Benutzerhandbuch

NeuralTools

Neuroralnetz-Add-In für Microsoft® Excel

Version 7
Juni, 2015

Palisade Corporation
798 Cascadilla Street
Ithaca, NY 14850
USA
+1-607-277-8000
+1-607-277-8001 (Fax)
http://www.palisade.com (Web-Site)
sales@palisade.com (E-Mail)

Willkommen in NeuralTools für Excel

Willkommen

Durch NeuralTools erhält Microsoft Excel, das den Industrienormen entsprechende Daten- und Analysen-Modellierungswerkzeug, einen neuen und leistungsfähigen Werkzeugsatz! NeuralTools ist ein Add-In für die Neuronalnetze in Microsoft Excel. Dadurch können Sie in Excel-Arbeitsblättern Daten analysieren, während Sie in der Ihnen bekannten Microsoft Office-Umgebung arbeiten. Durch das Kombinieren einer leistungsfähigen Datenverwaltung mit hochmodernen Neuronalnetz-Algorithmen, erhalten Sie beiderseits das beste: mühelose, Microsoft Office entsprechende Verwendung und Berichte sowie auch robuste und genaue neuronale Netzprognosen.

Arbeiten Sie bequem

Wenn Sie mit Excel vertraut sind, kennen Sie auch bereits NeuralTools! NeuralTools funktioniert genau wie Excel, d.h. mit Symbolleisten, Menüs und benutzerdefinierten Arbeitsblattfunktionen – und dies alles direkt in Excel. Im Gegensatz zu eigenständiger Neuronalnetz-Software gibt es in NeuralTools keine steile Lernkurve und auch keine im voraus zu zahlenden Trainingskosten, da Sie wie gewohnt direkt in Excel arbeiten. Ihre Daten und Variablen befinden sich in den Excel-Kalkulationstabellen. Mit anderen Worten, Sie können die standardmäßigen Formeln und Berechnungen sowie auch Excel-Sortierung und Pivot-Tabellen verwenden. Die sich aus Ihren Analysen ergebenden Berichte und Diagramme befinden sich im standardmäßigen Excel-Format und können in Zusammenhang mit allen in Excel integrierten Formatierungsfähigkeiten verwendet werden.

NeuralTools-Analysen

Neuronale Netzwerke sind in der Lage, komplexe Datenbeziehungen zu erlernen. Durch Nachahmung der Gehirnfunktionen können diese Netze bestimmte Datenstrukturen erkennen und dann entsprechende Prognosen extrapolieren, sobald neue Daten verfügbar werden. Neuronale Netzwerke werden für Probleme verwendet, die in zwei generelle Gruppen unterteilt werden können:

- **Klassifizierungsprobleme:** Probleme, bei denen festgestellt werden muss, in welche Kategorie ein unbekanntes Element fällt Beispiele hierfür sind z. B. medizinische Diagnosen und Prognosen in Bezug auf Kreditzückzahlungsfähigkeit
- **Numerische Probleme:** Situationen, in denen ein bestimmtes Zahlenergebnis vorausgesagt werden muss Beispiele hierfür sind z. B. Aktienkursprognosen und Umsatzvoraussagen für eine zukünftige Zeitperiode

Neuronalnetze werden u.a. in folgenden Anwendungen eingesetzt: Börsenprognosen, Zuweisungen von Kredit- und Darlehensrisiken, Aufdeckung von Kreditbetrug, Umsatzprognosen, allgemeinen Geschäftsprognosen, Investitionsrisiken, medizinischen Diagnosen, wissenschaftlichen Untersuchungen und Kontrollsystemen.

NeuralTools ist mit den neuesten Neuronalnetz-Algorithmen ausgestattet, um die besten Prognosen bei numerischen und Klassifizierungsproblemen vornehmen zu können (Klassifizierungsprobleme werden in NeuralTools *Kategorieprognosen* genannt).

Datenverwaltung in NeuralTools

NeuralTools stellt direkt in Excel einen umfangreichen Datensatz und auch die entsprechende Datenverwaltung zur Verfügung. Das entspricht ungefähr der Vorrichtung in StatTools, dem durch Palisade verfügbaren Statistik-Add-In für Excel. Sie können in Excel direkt von den Daten aus die Anzahl der Datensätze nebst Variablen definieren, die analysiert werden sollen. NeuralTools wertet dann auf intelligente Weise Ihren Datenblock aus und schlägt gleichzeitig die Variablennamen und -typen sowie auch die Datenspeicherorte vor. Ihre Datensätze und Variablen können sich in verschiedenen Arbeitsmappen und Arbeitsblättern befinden. Mit anderen Worten, Sie können Ihre Daten wie gewünscht einrichten. Anschließend setzen Sie Neuronalnetze dafür ein, automatisch auf Ihre Variablen zu verweisen, damit diese in Excel nicht immer wieder erneut ausgewählt werden müssen. In NeuralTools sind die Variablen außerdem auch nicht nur auf eine einzelne Datenspalte in einem Excel-Arbeitsblatt beschränkt. Sie können für eine Variable dieselbe Spalte in bis zu 255 Arbeitsblättern verwenden!

NeuralTools-Berichte

Excel kann besonders gut für Berichte und Diagramme verwendet werden und NeuralTools macht sich das sehr zu Nutze. In NeuralTools werden Diagramme im Excel-Format verwendet, die mühelos neuen Farben, Schriftarten und zusätzlichem Text angepasst werden können. Berichtstitel, Zahlenformate und Texte können genau wie in jedem standardmäßigen Excel-Arbeitsblatt mühelos geändert werden. Auch können Tabellen und Diagramme aus den NeuralTools-Berichten direkt in Ihre in anderen Anwendungen befindlichen Dokumente gezogen und dort abgelegt werden.

NeuralTools Industrial enthält außerdem *Echtzeit-Prognosen*, was die Berechnung von vorausgesagten Werten ermöglicht, während neue Daten in Ihr Excel-Arbeitsblatt eingegeben werden. Diese Echzeit-Berechnung wird ganz automatisch vorgenommen, genau wie das bei anderen Neuberechnungen in Excel der Fall ist.

Datenzugriff und -freigabe

Excel bietet ausgezeichnete Importfunktionen. Ihre bereits vorhandenen Daten können daher mühelos in NeuralTools importiert werden! Über die standardmäßigen Excel-Funktionen können daher Daten aus Microsoft SQL Server, Oracle, Microsoft Access oder irgendeiner anderen mit ODBC konform gehenden Datenbank eingelesen werden. Daten können aus Textdateien oder auch anderen Anwendungen geladen werden. Mit anderen Worten, solange ein Einlesen der Daten in Excel möglich ist, können sie auch in NeuralTools verwendet werden!

Alle Ergebnisse und Daten aus NeuralTools werden in Excel-Arbeitsmappen gespeichert. Sie können Ihre Ergebnisse und Netzwerke aus NeuralTools direkt an andere Kollegen oder Mitarbeiter senden, genauso wie das bei anderen Excel-Dateien der Fall ist. Freigeben ist praktisch Kinderspiel!

NeuralTools Professional und Industrial

Es sind zwei Version von NeuralTools verfügbar – *Professional* und *Industrial*. Zwischen diesen beiden Versionen bestehen folgende Unterschiede:

- In NeuralTools *Professional* werden maximal 1000 Vorfälle unterstützt, während in NeuralTools *Industrial* mit bis zu 16.777.216 Fällen gearbeitet werden kann.
- *Echtzeit-Prognosen*, die die Berechnung von vorausgesagten Werten ermöglichen, während neue Daten in das Excel-Arbeitsblatt eingegeben werden, sind nur in NeuralTools *Industrial* verfügbar. Diese Echtzeit-Berechnung wird ganz automatisch vorgenommen, genau wie das bei anderen Neuberechnungen in Excel der Fall ist.

Inhaltsverzeichnis

Kapitel 1: Erste Schritte

Einführung

In dieser Einführung wird der Inhalt des NeuralTools-Paketes beschrieben und Ihnen gezeigt, wie NeuralTools installiert und mit Microsoft Excel 2007 oder höher verknüpft werden kann.

Info zu dieser Version

Diese Version von NeuralTools kann zusammen mit Microsoft Excel 2007 oder höher verwendet werden.

NeuralTools Professional und Industrial

Es sind zwei Version von NeuralTools verfügbar – *Professional* und *Industrial*. Zwischen diesen beiden Versionen bestehen folgende Unterschiede:

- In NeuralTools *Professional* werden nur Datensätze für maximal 1000 Vorfälle unterstützt, während die Größe der Datensätze in NeuralTools *Industrial* ausschließlich durch den verfügbaren Speicher begrenzt wird.*Echtzeit-Prognosen*, die die Berechnung von vorausgesagten Werten ermöglichen, während neue Daten in das Excel-Arbeitsblatt eingegeben werden, sind nur in NeuralTools *Industrial* verfügbar. Diese Echtzeit-Berechnung wird ganz automatisch vorgenommen, genau wie das bei anderen Neuberechnungen in Excel der Fall ist.

Die Betriebssystemumgebung

Dieses Benutzerhandbuch geht davon aus, dass Sie allgemein mit dem Windows-Betriebssystem und mit Excel vertraut sind. Das heißt, es wird angenommen:

- *dass Sie sich mit dem Computer und der Maus auskennen*
- *dass Ihnen Begriffe wie Symbol, Klicken, Doppelklicken, Menü, Fenster, Befehl und Objekt bekannt sind*
- *dass Sie grundlegende Konzepte wie Verzeichnisstruktur und Dateibenennung verstehen*

Unterstützung

Allen registrierten NeuralTools-Benutzern mit gültigem Wartungsplan steht unser technischer Support kostenlos zur Verfügung. Benutzer ohne Wartungsplan können unseren technischen Support gegen Berechnung per Vorfall in Anspruch nehmen. Um sicherzustellen, dass Sie als NeuralTools-Benutzer registriert sind, sollten Sie die **Registrierung online über unsere Website http://www.palisade.com/support/register.asp** vornehmen.

Wenn Sie sich telefonisch mit uns in Verbindung setzen, sollten Sie immer die Seriennummer und das Benutzerhandbuch parat haben. Außerdem können wir Sie technisch besser unterstützen, wenn Sie vor dem Computer sitzen und arbeitsbereit sind.

Bevor Sie anrufen…

Bevor Sie unseren technischen Support anrufen, ist es angebracht, folgende Prüfliste nochmals abzuhaken:

- *Haben Sie sich die Online-Hilfe angesehen?*
- *Haben Sie in diesem Benutzerhandbuch nachgeschlagen und auch das Multimedia-Lernprogramm online durchgearbeitet?*
- *Haben Sie die Datei README.WRI gelesen? Sie enthält aktuelle NeuralTools-Informationen, die evtl. bei Drucklegung des Handbuchs noch nicht zur Verfügung standen.*
- *Können Sie das Problem nachvollziehen? Kann das Problem auch auf einem anderen Computer oder bei einem anderen Modell nachvollzogen werden?*
- *Haben Sie sich bereits unsere Web-Seite (**http://www.palisade.com**) angesehen? Sie enthält die neueste FAQ (eine durchsuchbare Datenbank mit Fragen und Antworten, welche den technischen Support betreffen) sowie NeuralTools-Patches (Korrekturprogramme), die unter „Technical Support“ zu finden sind. Wir empfehlen Ihnen, regelmäßig unsere Web-Seite aufzusuchen, damit Sie sich laufend über die neuesten NeuralTools-Informationen sowie über anderweitige Palisade-Software informiert halten können.*

Kontaktieren von Palisade

Palisade Corporation ist dankbar für alle Fragen, Bemerkungen oder Vorschläge, die mit NeuralTools zu tun haben. Es gibt viele Möglichkeiten, sich mit unserer technischen Abteilung in Verbindung zu setzen, zum Beispiel:

- *senden Sie Ihre E-Mail an **support@palisade.com***
- *rufen Sie uns unter der Nummer +1-607-277-8000 an, und zwar montags bis freitags zwischen 9.00 und 17.00 Uhr US-Ostküstenzeit. Lassen Sie sich dabei zum „Technical Support“ durchschalten*

- *faxen Sie uns unter der Nummer +1-607-277-8001.*
- *senden Sie einen Brief an:*

  Technischer Support
  Palisade Corporation
  798 Cascadilla St.
  Ithaca, NY 14850
  USA

Palisade Europe ist wie folgt zu erreichen:

- *senden Sie Ihre E-Mail an* ***support@palisade-europe.com***
- *rufen Sie unter der Telefonnummer +44 1895 425050 (GB) an.*
- *faxen Sie unter der Nummer +44-1895 425051 (GB)*
- *senden Sie einen Brief an:*

  Palisade Europe
  31 The Green
  West Drayton
  Middlesex
  UB7 7PN
  Großbritannien

Palisade Asia Pacific ist wie folgt zu erreichen:

- *senden Sie Ihre E-Mail an* ***support@palisade.com.au***
- *rufen Sie unter der Telefonnummer +61-2 9252 5922 (AU) an*
- *faxen Sie unter der Nummer +61-2 9252 2820 (AU)*
- *senden Sie einen Brief an:*

  Palisade Asia-Pacific Pty Limited
  Suite 404, Level 4
  20 Loftus Street
  Sydney NSW 2000
  Australien

Es ist wichtig, dass Sie uns bei jeder Kommunikation den Produktnamen, die Version sowie die Seriennummer nennen. Sie können die Versionsnummer herausfinden, indem Sie in Excel im NeuralTools-Menü auf **Hilfe über** klicken.

Versionen für Studenten

Für die Studentenversion von NeuralTools steht kein telefonischer Support zur Verfügung. Wenn Sie bei dieser Version Hilfe benötigen, sollten Sie eine der folgenden Alternativen versuchen:

- ♦ *fragen Sie Ihren Professor bzw. Lehrbeauftragten.*
- ♦ *sehen Sie auf unserer Website http://www.palisade.com unter „Answers to Frequently Asked Questions“ (Antworten auf häufig gestellte Fragen) nach*

- *wenden Sie sich per E-Mail oder Fax an unsere Abteilung „Technical Support“*

Systemanforderungen von NeuralTools

Bei **NeuralTools 5.5 für Microsoft Excel für Windows** sind folgende Systemanforderungen zu berücksichtigen:

- *Microsoft Windows XP oder höher*
- *Microsoft Excel 2007 oder höher*

Installationsanleitung

Allgemeine Installationsanleitung

Durch das Setup-Programm werden die NeuralTools-Systemdateien in das Verzeichnis kopiert, das Sie auf der Festplatte angegeben haben. So wird das Setup-Programm unter Windows XP oder höher ausgeführt:

1) *Doppelklicken Sie beim Ausführen der Installations-CD auf NeuralTools Setup.exe und folgen Sie dann den Installationsanweisungen auf dem Bildschirm.*

Falls Sie bei der Installation von NeuralTools auf Probleme stoßen, sollten Sie nachsehen, ob genügend Speicherplatz auf dem Laufwerk verfügbar ist, auf dem NeuralTools installiert werden soll. Versuchen Sie dann die Installation erneut, nachdem Sie ausreichend Speicherplatz freigemacht haben.

Deinstallieren von NeuralTools

Falls Sie NeuralTools entfernen möchten, sollten Sie in der Systemsteuerung das Dienstprogramm **Software** verwenden und dann den Eintrag für NeuralTools auswählen.

Konfiguration der NeuralTools-Symbole oder Verknüpfungen

Erstellung der Verknüpfung in der Windows Task-Leiste

In Windows wird durch das Setup-Programm automatisch ein NeuralTools-Befehl im Start-Menü (Programme) erstellt. Sollten jedoch während der Installation Probleme auftreten, oder aber wenn Sie das Konfigurieren der Programmgruppe und Symbole zu einer anderen Zeit manuell vornehmen möchten, gehen Sie bitte wie folgt vor. Bei den nachstehenden Gebrauchsanweisungen wird von Windows XP Professional ausgegangen. Bei anderen Betriebssystemen muss evtl. etwas anders vorgegangen werden.

1) *Klicken Sie auf **Start** und zeigen Sie dann auf **Einstellungen**.*
2) *Klicken Sie auf **Taskleiste und Startmenü** und anschließend auf die Registerkarte **Startmenü**.*
3) *Klicken Sie auf **Anpassen**, dann auf **Hinzufügen** und danach auf **Durchsuchen**.*
4) *Stellen Sie fest, wo sich die Datei NeuralTools.EXE befindet und doppelklicken Sie dann auf diese Datei.*
5) *Klicken Sie auf **Weiter** und doppelklicken Sie anschließend auf das Menü, in dem das Programm erscheinen soll.*
6) *Geben Sie den Namen **NeuralTools** ein und klicken Sie schließlich auf **Beenden**.*
7) *Klicken Sie in allen geöffneten Dialogfeldern auf **OK**.*

DecisionTools Suite

NeuralTools ist eine Komponente der DecisionTools Suite, bei der es sich um einen Satz von Produkten für die Risiko- und Entscheidungsanalyse handelt, die von Palisade Corporation erhältlich sind. Normalerweise wird NeuralTools in einem Unterverzeichnis von „Programme\Palisade" installiert. Das ist so ähnlich, wie z. B. Excel oft in einem Unterverzeichnis von „Microsoft Office" installiert wird.

Eines der Unterverzeichnisse von „Programme\Palisade" ist somit das Evolver-Verzeichnis, das gewöhnlich die Bezeichnung NeuralTools5 hat. Dieses Verzeichnis enthält dann die NeuralTools-Add-In-Programmdatei (NEURALTOOLS.XLA) sowie auch Beispielmodelle und andere zur Ausführung von NeuralTools erforderliche Dateien. Ein anderes Unterverzeichnis von „Programme\Palisade" ist das Verzeichnis SYSTEM, in dem sich die Dateien befinden, die von den einzelnen Programmen der „DecisionTools Suite" benötigt werden (einschließlich Hilfedateien und Programmbibliotheken).

Softwareaktivierung

Bei der Aktivierung handelt es sich um einen einmaligen Lizenzprüfprozess, der erforderlich ist, um die Palisade-Software als vollkommen lizenziertes Produkt ausführen zu können. Die **Aktivierungs-ID** befindet sich auf der an Sie geschickten Rechnung und sieht so ähnlich wie z. B. „DNA-6438907-651282-CDM" aus. Wenn Sie diese Aktivierungs-ID während der Installation eingeben, ist die Software bereits bei Beendung des Installationsvorgangs aktiviert und daher keine weitere Aktivierung durch Sie erforderlich. Falls Sie die Software erst irgendwann nach der Installation aktivieren möchten, müssen Sie im Hilfemenü den Befehl **Lizenzmanager** wählen.

Mithilfe des Lizenzmanagers können Software-Lizenzen aktiviert, deaktiviert und auch auf einen anderen Computer verlegt werden. Ebenfalls kann der Lizenzmanager zum Verwalten von Lizenzen für Netzwerkinstallationen verwendet werden. Folgen Sie im Lizenzmanager dann den entsprechenden Anweisungen und Dialogen, um den gewünschten Lizenzierungsvorgang auszuführen.

Kapitel 2: Überblick über NeuralTools

Überblick 13

Überblick

NeuralTools bietet Ihnen leistungsstarke neuronale Netzwerkfähigkeiten in einer Ihnen bekannten Umgebung – dem Microsoft Excel-Programm. Die NeuralTools-Verfahren, wie z. B. das Definieren von Datensätzen, Training und Testen von neuronalen Netzwerken und Voraussagen von Werten mittels entsprechend trainierter Netzwerke, können in Excel an Ihren Daten ausgeführt werden, und die Berichte und Diagramme aus Ihren Analysen werden ebenfalls in Excel erstellt.

Warum neuronale Netzwerke?

Neuronale Netzwerke sind in der Lage, komplexe Datenbeziehungen zu erkennen. Durch Nachahmung der Gehirnfunktionen können diese Netze bestimmte Datenstrukturen erkennen und dann entsprechende Prognosen extrapolieren, wenn neue Daten verfügbar werden. Neuronale Netzwerke werden für Probleme verwendet, die in zwei allgemeine Gruppen unterteilt werden können:

- **Klassifizierungsprobleme:** Probleme, bei denen festgestellt werden muss, in welche Kategorie ein unbekanntes Element fällt Beispiele hierfür sind z. B. medizinische Diagnosen und Prognosen in Bezug auf Kreditzückzahlungsfähigkeit
- **Numerische Probleme:** Situationen, in denen ein bestimmtes Zahlenergebnis vorausgesagt werden muss Beispiele hierfür sind z. B. Aktienkursprognosen und Umsatzvoraussagen für eine zukünftige Zeitperiode

Im NeuralTools-Programm werden Beispiele dafür gegeben, wie Neuronalnetze auf verschiedene Prognosenprobleme angewendet werden können. Der Ordner **NeuralTools\Beispiele** enthält diese Beispiele in Form von Excel-Arbeitsmappen.

NeuralTools und neuronale Netzwerke

Bei Verwendung von NeuralTools werden Neuronalnetze mithilfe von vier Schritten entwickelt und verwendet:

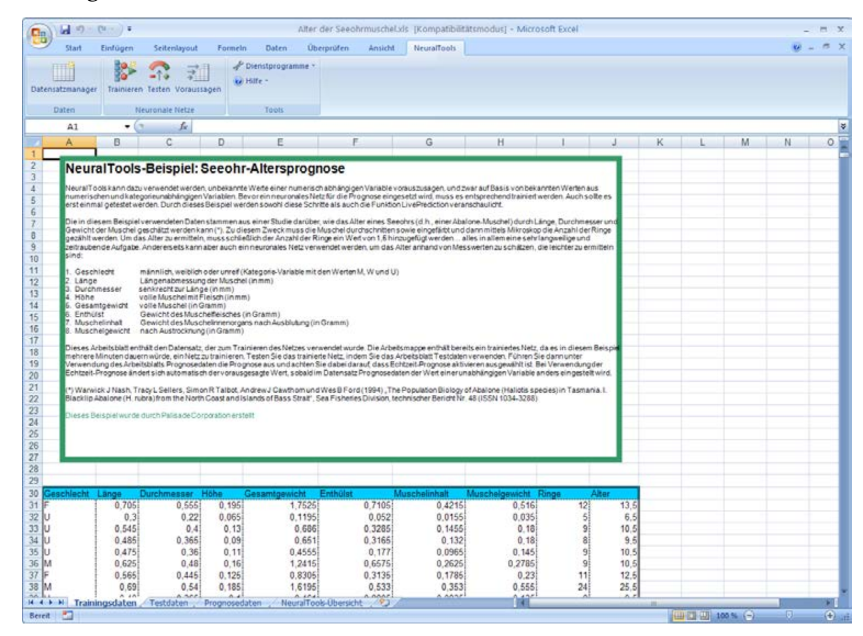
- **Datenvorbereitung** – Die in NeuralTools zu verwendenden Daten werden in Datensätzen definiert. Ein **Datensatzmanager** wird dazu verwendet, die Datensätze so einzurichten, dass sie in den Neuronalnetzen immer erneut wieder verwendet werden können.
- **Training** – Durch Training wird ein neuronales Netzwerk aus einem Datensatz erstellt, der sich aus bereits bekannten Ausgabewerten zusammensetzt.. Diese Daten stammen oft aus alten Fällen, für die die Ausgabewerte/abhängigen Variablen bekannt sind.
- **Testen** – Durch Testen wird festgestellt, wie gut ein entsprechend trainiertes neuronales Netz bereits bekannte Ausgabewerte voraussagen kann. Bei den zum Testen verwendeten Daten handelt es sich meistens um eine Untermenge Ihrer Verlaufsdaten. Diese Untermenge wurde jedoch nicht zum Training des neuronalen Netzwerks verwendet. Nach dem Testen wird die Leistung des Neuronalnetzes mithilfe von Statistiken gemessen. Es wird beispielsweise überprüft, welcher Prozentsatz an bekannten Lösungen richtig vorausgesagt wurde.
- **Prognose** – Ein entsprechend trainiertes neuronales Netzwerk wird dazu verwendet, unbekannte Ausgabewerte vorauszusagen. Nach dem Trainieren und Testen kann dieses neuronale Netz dann wie gewünscht dazu verwendet werden, die Ausgaben für neue Falldaten vorauszusagen.

Das Training und Testen ist ein sich wiederholender und mitunter zeitraubender Prozess. Meistens sollte mehrere Male mit unterschiedlichen Einstellungen trainiert werden, um das bestmögliche neuronale Netzwerk zu erstellen. Sobald Sie das „beste Netz“ ausgearbeitet haben, können Sie es sofort für Ihre Prognosen verwenden.

Nach Nächstes wollen wir uns ansehen, wie NeuralTools in Excel funktioniert und wie Datensätze definiert werden, mit deren Hilfe neuronale Netzwerke trainiert und getestet werden können. Anschließend werden wir dann mithilfe von trainierten Netzwerken unbekannte Ausgabewerte voraussagen.

NeuralTools-Menü und NeuralTools-Symbolleiste

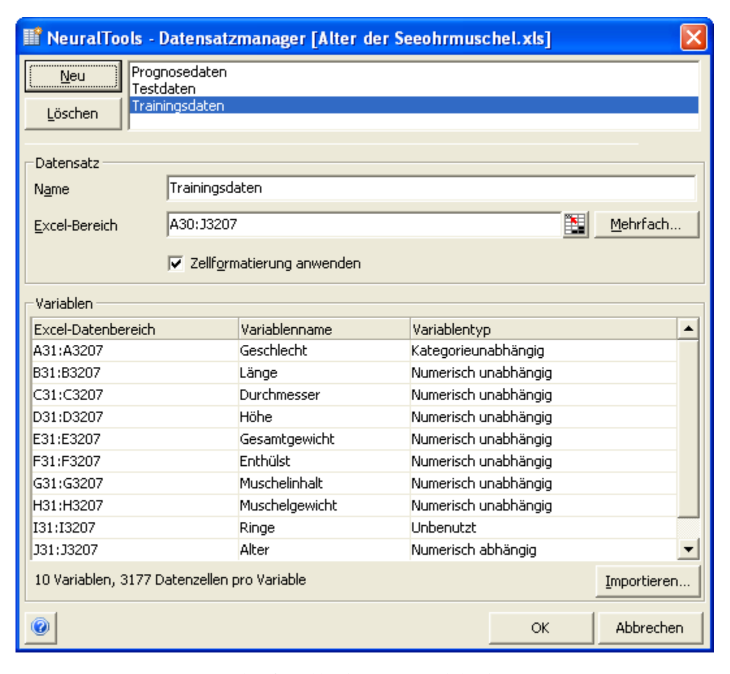
In Excel 2007 sind alle Befehle über die NeuralTools-Befehlsleiste verfügbar.



Datensätze und Datensatzmanager

In NeuralTools sind die Daten den **Fällen** und **Variablen** gemäß strukturiert. Sie arbeiten mit einem Datensatz oder einem Satz von statistischen Variablen, die sich in zusammenhängenden Spalten mit verschiedenen Namen befinden. Die Namen der Variablen sind in der ersten Zeile des Datensatzes zu sehen. Bei jeder Zeile im Datensatz handelt es sich um einen **Fall**. Jeder Fall ist mit einem Satz von unabhängigen Variablenwerten und entweder einem bekannten oder nicht bekannten (fehlenden) Wert für die abhängige Ausgabevariable versehen. Es ist die Aufgabe von NeuralTools, Werte für Ausgabevariablen vorauszusagen, und zwar in allen Fällen, in denen diese unbekannt sind.

In NeuralTools ermöglicht Ihnen der **Datensatzmanager** die gewünschten Datensätze, Variablen und Fälle zu definieren. Diese vordefinierten Variablen können dann zum Trainieren und Testen von neuronalen Netzwerken verwendet werden, und zwar ohne dass die zu analysierenden Daten immer wieder neu ausgewählt werden müssen. Sie können alle bekannten historischen Fälle in einem und alle anderen Fälle, für die die Ergebnisse vorausgesagt werden müssen, in einem anderen Datensatz platzieren. Es ist aber auch möglich, alle Daten (d.h. Verlaufs- und vorauszusagende Daten) in nur einem Datensatz zu kombinieren.



Jede in einem Datensatz befindliche Variable hat einen Namen und ist in Excel mit einem bestimmten Zellenbereich verknüpft. Jede Spalte in diesem Bereich enthält Daten für eine andere Variable. Ein Datensatz kann aus mehreren Zellblöcken bestehen, wodurch Sie dann Daten in verschiedene Blätter derselben Arbeitsmappe eingeben können.

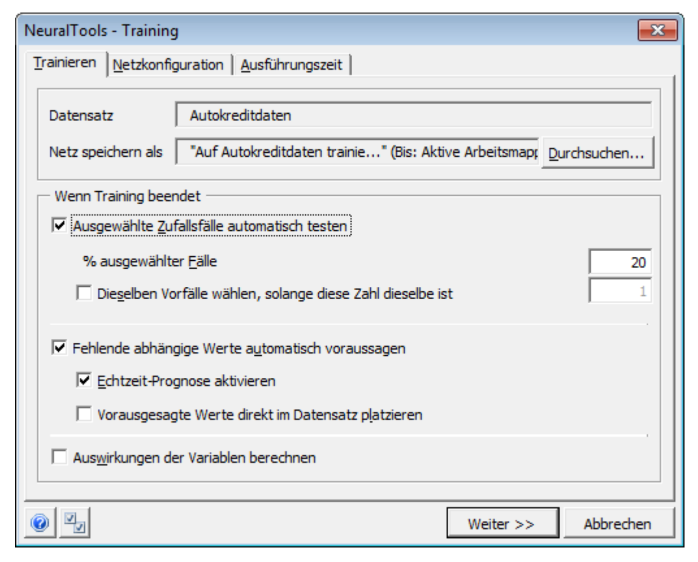
Wenn Sie einen Datensatz definieren, versucht NeuralTools, in Excel die Variablen zu identifizieren, die sich in dem Zellblock befinden, der die aktuelle Auswahl umgibt. Dadurch kann schnell und mühelos ein Datensatz eingerichtet werden, und zwar mit den Variablen in Spalten und den entsprechenden Namen der Variablen jeweils in der obersten Zeile.

Variablentypen

In NeuralTools können die Variablen unabhängig oder abhängig und numerisch oder kategorisch sein (z. B. *Ja* oder *Nein* bzw. *Rot, Grün* oder *Blau*). Der Datensatzmanager versucht, in Ihrem Datensatz den Typ der einzelnen Variablen zu identifizieren, aber Sie können diesen Vorgang übergehen und Ihre eigenen Auswahlen treffen.

Training eines neuronalen Netzwerks

Nach Definition eines Datensatzes, der Fälle mit bekannten Verlaufswerten enthält, können Sie diese dazu verwenden, ein neuronales Netzwerk entsprechend zu trainieren. Durch verschiedene Optionen kann festgelegt werden, welche Art von Netzwerk durch NeuralTools erstellt werden soll. Je nach Art der Daten, können mithilfe von bestimmten Netzwerkoptionen bessere Leistungen durch trainierte Netzwerke erzielt werden (d.h. die Netzwerke sind dann effizienter im Voraussagen von Ausgabewerten). Durch das Testen, das nach dem Training vorgenommen wird, ist klar zu erkennen, wie leistungsfähig Ihr trainiertes Netzwerk im Voraussagen von Ausgabewerten ist.



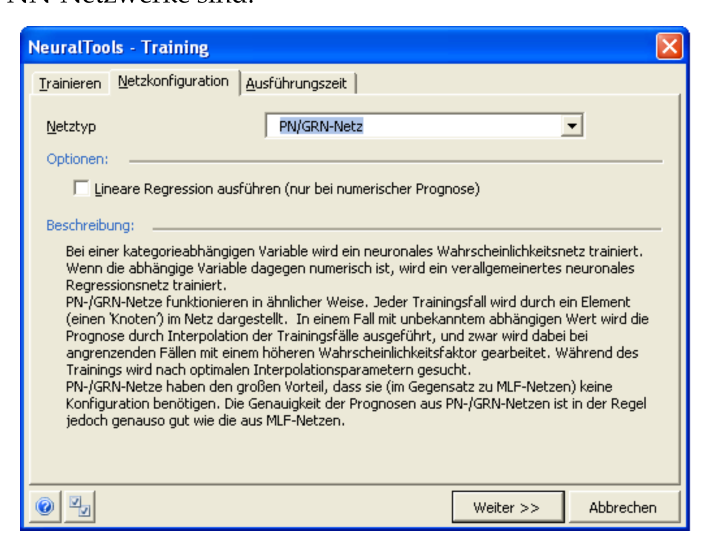
Das Training eines neuronalen Netzwerks, zusammen mit dem Testen und der Prognose, macht es erforderlich, dass Sie ein Datensatz angeben, dessen Daten zum Training verwendet werden sollen. Das trainierte Netzwerk wird durch NeuralTools entweder direkt in Ihrer Arbeitsmappe gespeichert oder (falls Sie möchten) in einer Datei auf der Festplatte.

Kombinieren, Trainieren, Testen und Voraussagen

Wenn sich alle Ihre Daten in nur einem Datensatz befinden (einschließlich der bekannten Verlaufsdaten und der neuen Daten, deren Ausgabewerte Sie nicht kennen), ermöglicht NeuralTools Ihnen, ein Netzwerk zu trainieren und zu testen, bevor dieses dann die Ausgabewerte voraussagt (und das alles in einem einzigen Schritt). Sie halten einen gewissen Prozentsatz der Verlaufsdaten zum Testen zurück (auf der vorherigen Seite werden 20 % zu diesem Zweck genannt) und sagen dann anschließend automatisch die Ausgabewerte für Fälle voraus, bei denen die abhängigen Werte fehlen. Durch diesen Prozess erhalten Sie schnell die benötigten Antworten in nur einem Schritt.

Konfigurationen des Netzes

In NeuralTools werden verschiedene neuronale Netzwerkkonfigurationen unterstützt, um die bestmöglichen Voraussagen vorzunehmen. Bei Klassifizierung/Kategorieprognosen (bei denen die abhängige Variable vom Typ Kategorie ist), sind zwei Arten von Netzwerken verfügbar: **neuronale Wahrscheinlichkeitsnetzwerke (PNN)** und **mehrschichtige Feedforward-Netzwerke (MLF)**. Numerische Prognose kann mithilfe von MLF- und auch mit **verallgemeinerten neuronalen Regressionsnetzwerken (GRNN)** ausgeführt werden, die so ähnlich wie PNN-Netzwerke sind.

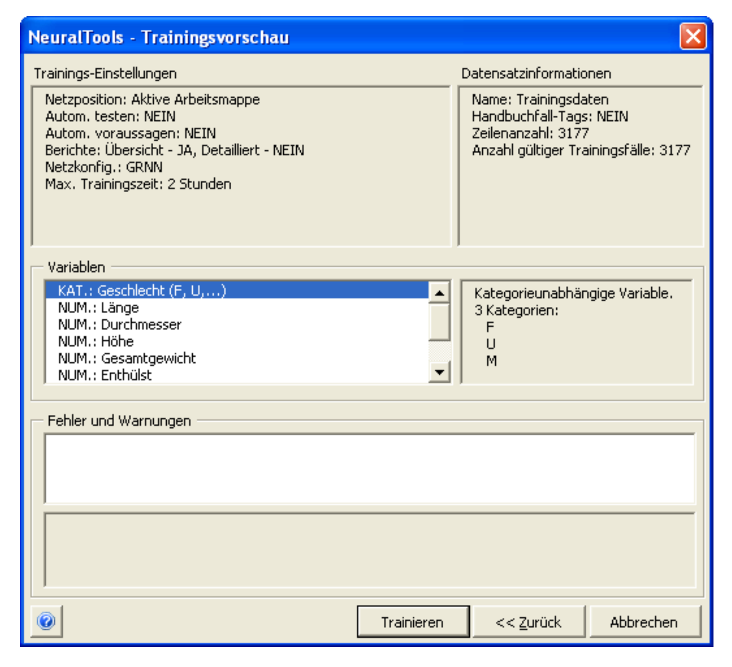


In NeuralTools ist die Auswahl einer Netzwerkkonfiguration nicht sehr kompliziert, da die Suchoption **Bestes Netz** verwendet werden kann. Bei Auswahl von **Bestes Netz** werden durch NeuralTools verschiedene Neuronalnetz-Konfigurationen trainiert und getestet, um das Netzwerk zu erstellen, aus dem sich die besten Prognosen für Ihre Daten ergeben. Die beste Konfiguration wird durch das Testen

der Daten herausgefunden. Für die Suche mittels **Bestes Netz** muss daher auf der Registerkarte **Trainieren** die Option **Autom. testen** ausgewählt werden.

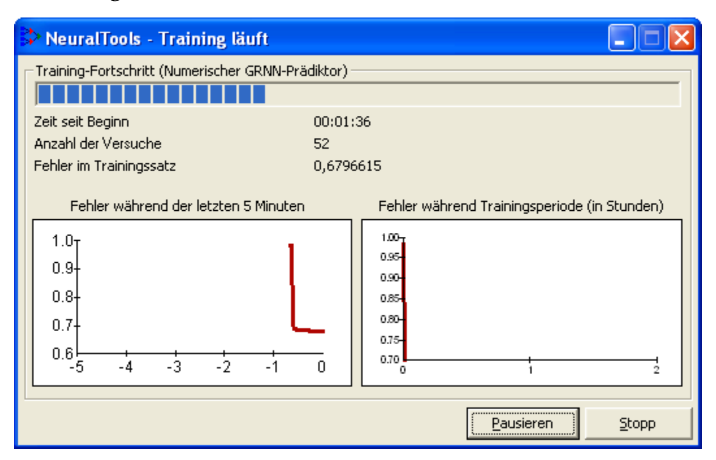
Trainings-Vorschau

Sobald die Optionen für Training und Netzwerkkonfiguration ausgewählt sind, wird in NeuralTools eine Vorschau darüber angezeigt, was während des Netzwerk-Trainings ausgeführt wird. Da das Training der zeitraubendste Vorgang beim Modellieren des neuronalen Netzwerks ist, lohnt es sich, diese Vorschau vor dem Weitermachen genau anzusehen. Durch NeuralTools werden alle Probleme identifiziert, die möglicherweise in Ihren Daten vorhanden sind, sodass diese berichtigt werden können, bevor mit dem Training begonnen wird.



Trainings-Prozess

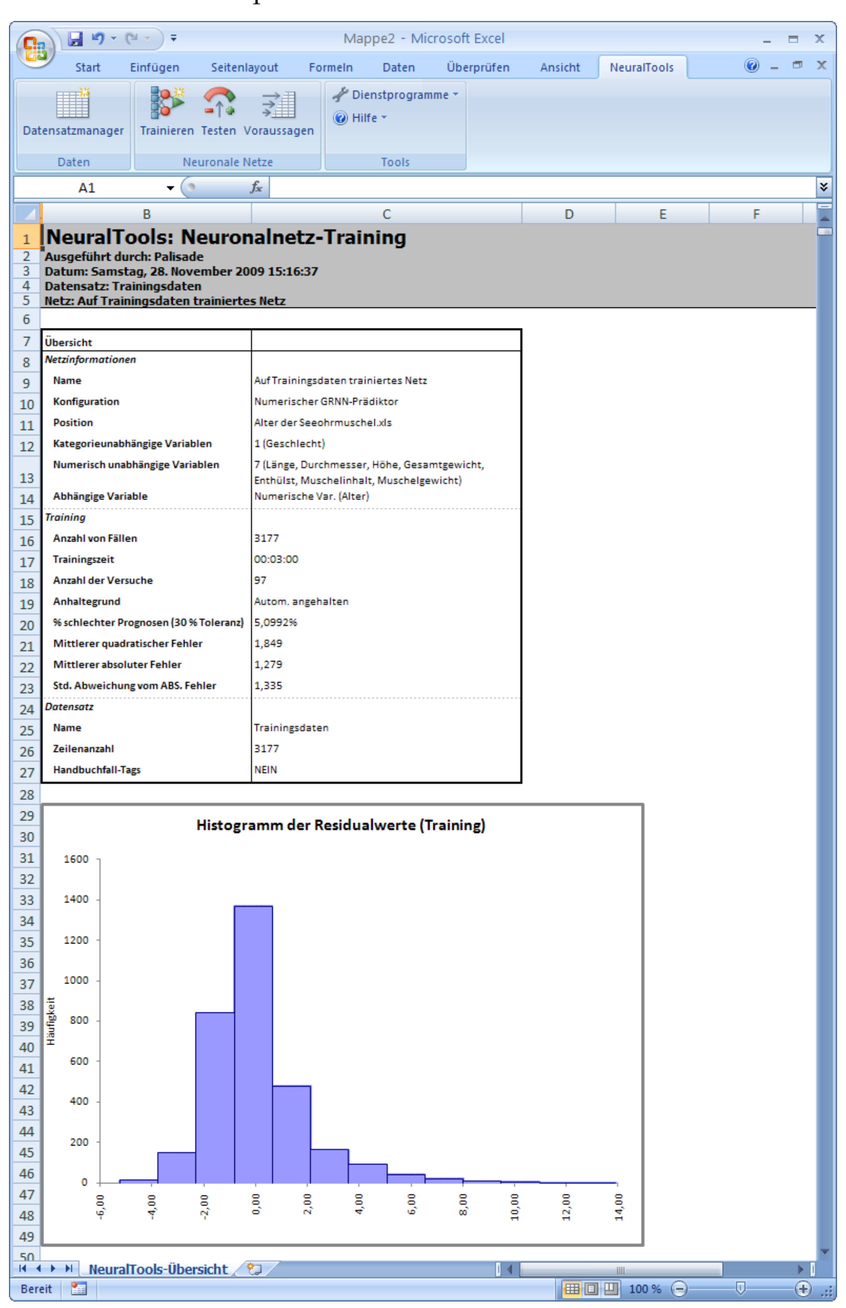
Während NeuralTools damit beschäftigt ist, ein neuronales Netz Ihren Daten gemäß zu trainieren, berichtet dieses Programm darüber, wie erfolgreich es bei dieser Aufgabe ist. Gewöhnlich wird das Netz während des Trainings immer besser, da NeuralTools während dieses Vorgangs laufend neue Netzwerke erstellt, die bessere (d.h. weniger fehlerhafte) Prognosen in Bezug auf Ihre Daten stellen. Durch Diagramme wird angezeigt, wie erfolgreich NeuralTools während dieses Trainings-Prozesses ist.



Das Training wird angehalten, sobald irgendwelche von Ihnen eingestellte Anhaltebedingungen, wie z. B. in Bezug auf maximale Trainierzeit, erfüllt sind. Falls Sie für Ihr Netz **Autom. testen** oder **Fehlende Ausgabewerte voraussagen** im Datensatz ausgewählt haben, wird diese Aufgabe nach dem Training ausgeführt.

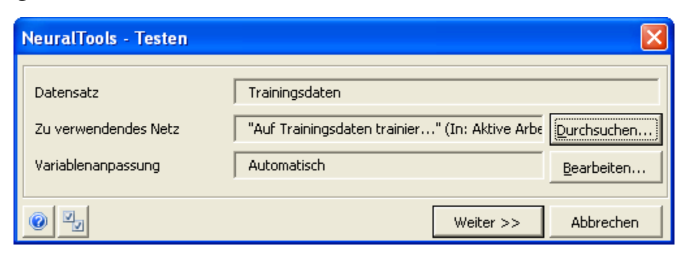
Trainings-Berichte

Aus den Trainings-Berichten geht hervor, wie gut Ihr trainiertes Netz funktioniert. In den Statistiken, wie z. B. in % **schlechter Prognosen**, ist die Anzahl von Fällen im Trainingssatz zu sehen, in denen das Netzwerk einen Ausgabewert voraussagte, der nicht dem aktuellen bekannten Wert entsprach.



Testen eines Netzwerks

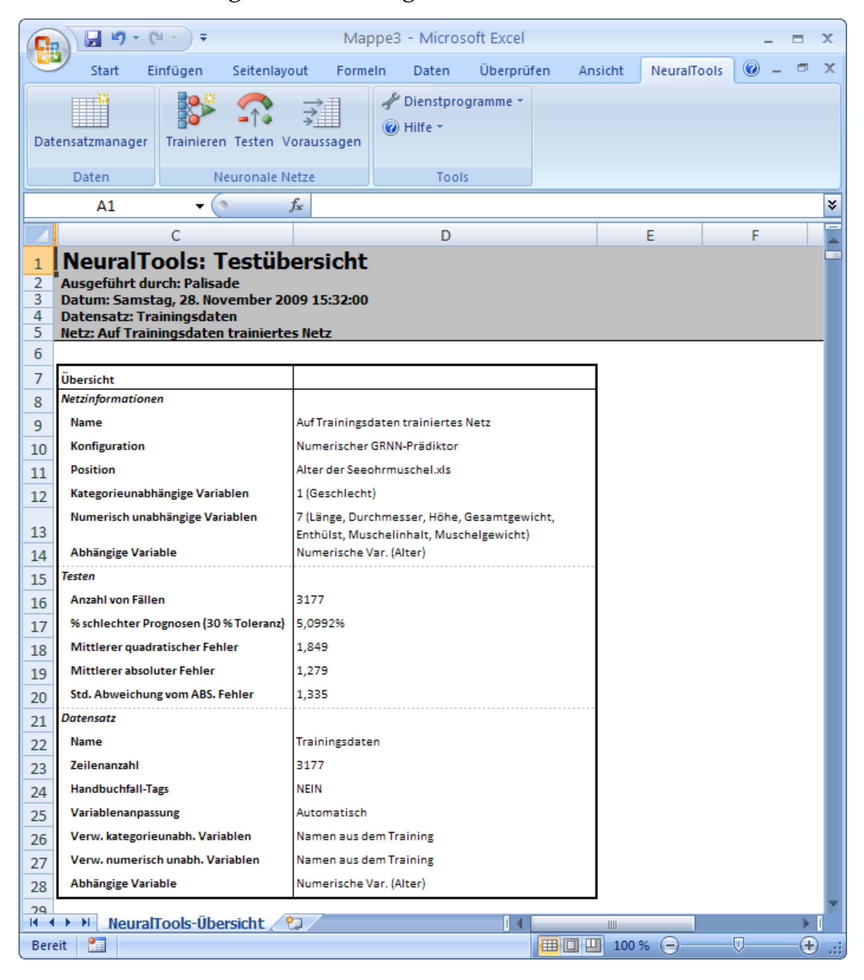
Während des Testens wird festgestellt, wie gut ein entsprechend trainiertes neuronales Netz bereits bekannte Ausgabewerte voraussagen kann. Bei den Testdaten handelt es sich gewöhnlich um eine Untermenge Ihrer Verlaufsdaten, für die die Ausgabewerte bereits bekannt sind. Diese Untermenge wurde jedoch nicht zum Training des neuronalen Netzes verwendet.



Wenn das Testen von Daten in einem separaten Datensatz vorgenommen wird, versucht NeuralTools, die Variablen im Testdatensatz denen im Trainingsdatensatz anzupassen. Genau wie beim Training, wird NeuralTools auch beim Testprogramm vor dem Ausführen eine Vorschau anzeigen.

Testberichte

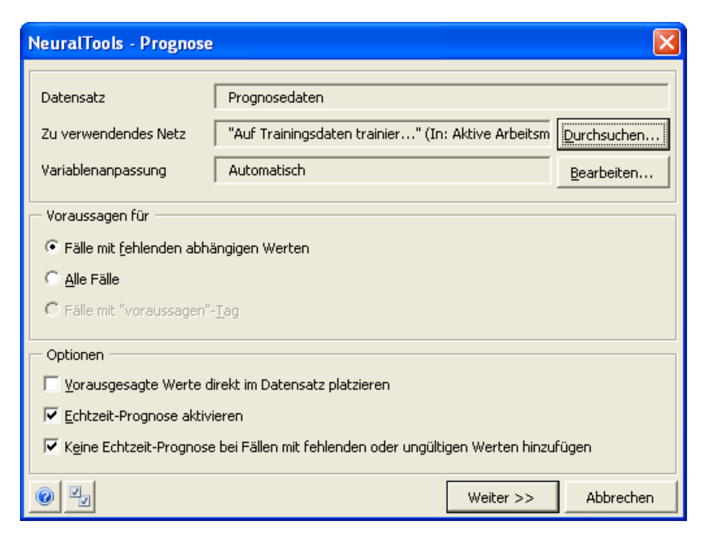
Das Testen (zusammen mit Prognose) kann viel schneller als das Training ausgeführt werden. In NeuralTools wird berichtet, wie erfolgreich das Programm die bekannten Datenwerte in den Testdaten voraussagen konnte. Daraus können Sie erkennen, ob das Netzwerk ein guter Prädiktor sein wird, wenn es auf Fälle mit unbekannten Ausgabewerten angewendet wird.



Prognose

Der Verwendungszweck eines neuronalen Netzwerks ist die Prognose. Sie wenden ein trainiertes Netzwerk auf neue Fälle an, in denen die Ausgabewerte nicht bekannt sind, Sie diese aber voraussagen möchten. In NeuralTools stehen zur Prognose zwei Methoden zur Verfügung – 1) **eine befehlsgesteuerte Methode zum Voraussagen von Werten** für Fälle in einem Datensatz und 2) eine **Echtzeit-Prognose (nur in der Industrial-Version)**, bei der die unabhängigen Variablenwerte für einen Fall in das Arbeitsblatt eingegeben werden können und NeuralTools berechnet dann automatisch den vorausgesagten Ausgabewert.

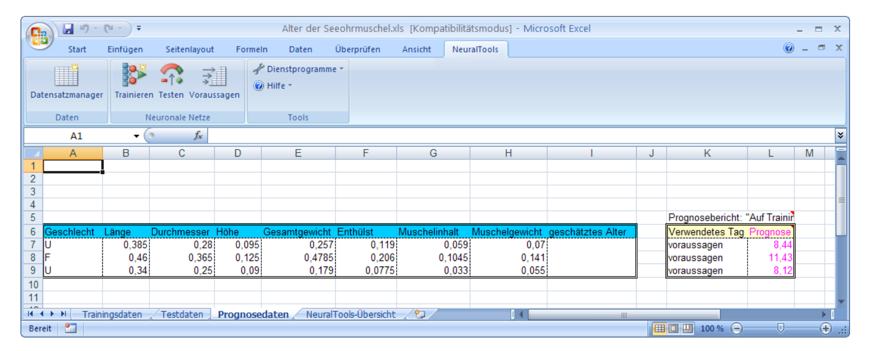
Falls Sie die Werte für eine Gruppe von Fällen in einem Datensatz voraussagen möchten, können Sie über das Dialogfeld **Prognose** den Prognoseprozess einrichten. Sie können beispielsweise die Prognose nur für Fälle mit fehlenden Ausgabewerten ausführen und dann optional die Echtzeit-Prognose aktivieren, um Änderungen an den Daten vornehmen und beobachten zu können, wie sich das auf die Prognosen auswirkt. Auch können verschiedene trainierte Netze verwendet werden, um zu sehen, wie sich die vorausgesagten Werte dadurch verändern.



Genau wie beim Training und Testen wird NeuralTools erst eine Vorschau von Daten und Einrichtung anzeigen, bevor diese zur Prognose verwendet werden. Anschließend sind diese Prognosen in Excel in Ihrem Arbeitsblatt zu sehen.

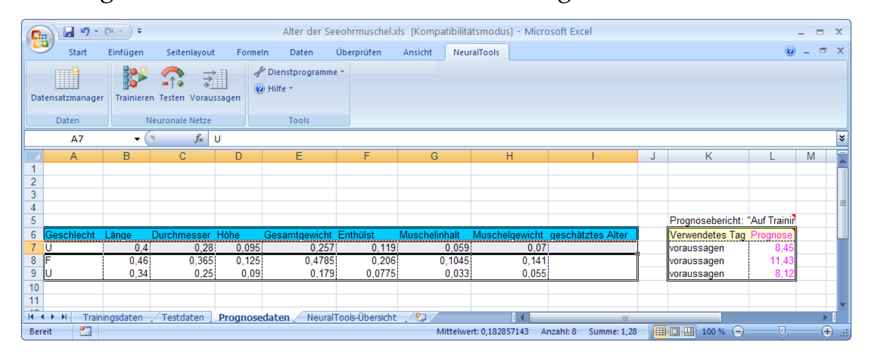
Prognoseergebnisse

Die vorausgesagten Ausgabewerte sind neben den Fällen zu sehen, für die die Prognose ausgeführt wurde. Im folgenden Bildschirm sind die vorausgesagten Werte in Violett angezeigt.



Echtzeit-Prognose

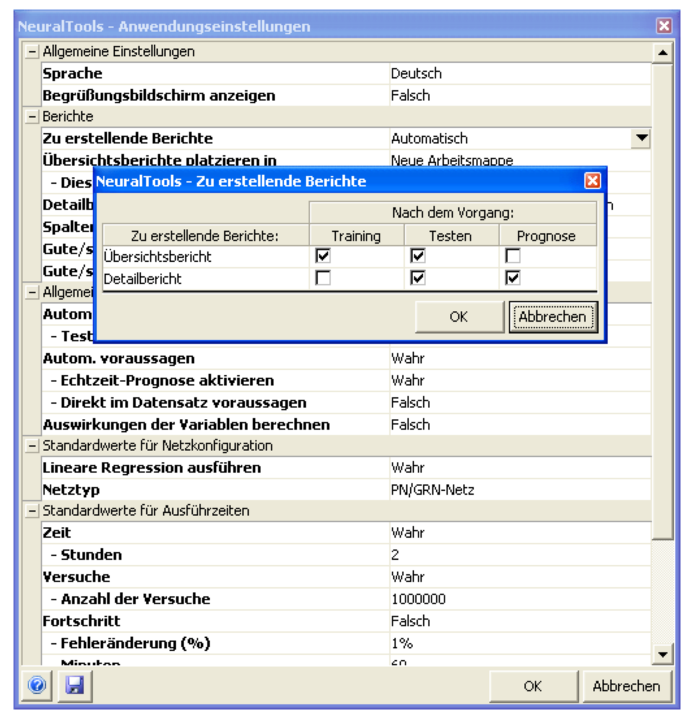
Wenn Echtzeit-Prognose aktiviert ist, wird durch NeuralTools der Zelle, in der der vorausgesagte Wert zu sehen sein soll, automatisch eine Excel-Formel hinzugefügt. Durch diese Formel wird der vorausgesagte Wert erzeugt. Mit anderen Worten, wenn Sie die unabhängigen Variablenwerte für einen Fall ändern, wird der vorausgesagte Wert automatisch entsprechend neu berechnet. Mithilfe von Echtzeit-Prognose können Sie die Daten für neue Fälle einfach direkt in Excel eingeben und automatisch eine neue Prognose erstellen, ohne zu diesem Zweck über das Dialogfeld **Prognose** sehen zu müssen. Wenn im vorstehenden Arbeitsblatt die unabhängigen Werte für den Fall in Zeile 7 sich wie gezeigt ändern, wird der vorausgesagte Wert automatisch entsprechend aktualisiert. Genau wie in jeder anderen Arbeitsblattzelle können Sie auch hier in jeder beliebigen Excel-Formel auf eine Echtzeit-Prognosezelle verweisen.



(**Hinweis:** Echtzeit-Prognose ist nur in der Version *Industrial* verfügbar.)

Berichte und Diagramme in NeuralTools

In NeuralTools werden für das Training und Testen sowie für die Prognose sowohl Übersichten als auch Detailberichte erstellt. Für **Übersichtsberichte** ist ein eigenes Arbeitsblatt vorgesehen und diese Berichte enthalten zusammenfassende Informationen über das Testen und Training. Ein **Detailbericht** gibt dagegen Einzelheiten zu den einzelnen Berichten und ist neben den Daten zu sehen, über die berichtet wird. Auch sind die meisten Informationen aus dem Übersichtsbericht ebenfalls im Detailbericht zu sehen, und zwar als ein zur Titelzelle hinzugefügter Kommentar. Solch eine Version des Übersichtsberichts wird **Schnellübersicht** genannt.



Wenn durch NeuralTools irgendwelche Diagramme erstellt werden, sind diese bei den Berichten zu sehen. Diagramme werden im Excel-Format erstellt und können über die standardmäßigen Excel-Diagrammbefehle Ihren Wünschen angepasst werden.

NeuralTools-Dienstprogramme

Es sind drei Dienstprogramme vorhanden, über die in NeuralTools das Modellieren von neuronalen Netzwerken verwaltet werden kann. Ein **Neuronalnetzmanager** ermöglicht Ihnen, trainierte neuronale Netzwerke zu kopieren oder zwischen Arbeitsmappen und Dateien hin und her zu schieben. Mithilfe des Dienstprogramms **Fehlende Daten** können Sie in Ihren Datensätzen Fälle mit fehlenden Daten identifizieren und entsprechend korrigieren. Durch die Testempfindlichkeitsanalyse kann festgestellt werden, ob die Testergebnisse auch bei verschiedenen zufälligen Auswahlen von Testfällen stets beständig und stabil sind

Verwendung von NeuralTools mit StatTools, Solver und Evolver

NeuralTools ist dafür vorgesehen, zusammen mit **StatTools**, dem über Palisade verfügbaren Statistik-Add-In für Excel, verwendet zu werden. Beide Produkte arbeiten mit demselben Datensatzmanager. In NeuralTools definierte Datensätze können in StatTools analysiert werden (und auch umgekehrt). Mithilfe von StatTools können Sie für in NeuralTools definierte Datensätze verschiedene Statistiken über Variablen berechnen, und zwar zusammen mit Statistiken über in NeuralTools erstellte Prognosen.

In NeuralTools erstellte Detailberichte sind sofort zur Analyse in StatTools verfügbar. Diese Berichte sind in StatTools automatisch in der Datensatzliste des Datensatzmanagers zu sehen. Dadurch ist es möglich, mittels StatTools statistische Ergebnisse zu erhalten, die über die Übersichtsberichte hinausgehen, die in NeuralTools verfügbar sind. Ein Übersichtsbericht über die Testvorgänge enthält beispielsweise ein Histogramm der Residualwerte (bei denen es sich um die Unterschiede zwischen aktuellen und vorausgesagten Werten handelt). Im Histogramm könnte es vielleicht so aussehen, als ob die Residualwerte ungefähr normal verteilt sind. Um diese Hypothese der Normalverteilung zu überprüfen, kann im Detailbericht einer der Normalitätstests von StatTools auf die Residualwertvariable angewendet werden. Ein Beispiel hierfür befindet sich in der Datei „Seeohr-Altersprognose mit StatTools-Analyse.xls“.

Durch die NeuralTools-Funktion Echtzeit-Prognose ist leichter zu erkennen, wie sich Änderungen in unabhängigen Werten auf die Prognose auswirken. Mithilfe der Echtzeit-Prognose können andere in Excel verfügbare Tools dazu verwendet werden, die Beziehung zwischen unabhängigen und abhängigen Variablen zu untersuchen.

Solver – Dieses in Excel integrierte Optimierungsprogramm kann zusammen mit der NeuralTools-Funktion Echtzeit-Zukunftsprognose dazu verwendet werden, für in NeuralTools ausgeführte Prognosen die optimalen Entscheidungswerte zu berechnen. Die Datei „Autokredite mittels Solver.xls“ ist dafür ein guten Beispiel. In diesem Beispiel wird ein neuronales Netz verwendet, um vorauszusagen, ob ein Kreditnehmer pünktlich zurückzahlen wird oder nicht. Das Netzwerk gibt Ihnen aber u.U. nur eine 60 %ige statistische Sicherheit. In solchen Fällen könnte der Solver von Excel dazu verwendet werden, einen Kreditbetrag zu bestimmen, bei dem die statistische Sicherheit, dass der Kredit pünktlich durch den Kreditnehmer zurückgezahlt wird, dann z.B. 90 % sein würde. In diesem Fall würde das Optimierungsprogramm verschiedene Darlehens- oder Kreditbeträge ausprobieren, während NeuralTools jeweils automatisch den Wahrscheinlichkeitswert aktualisiert. **Evolver**, das gentechnische, auf Algorithmen basierende Optimierungsprogramm von Palisade, kann anstelle von Solver verwendet werden, um die Antwort zu finden. Im Unterschied zu Solver kann Evolver auch mit Optimierungsproblemen fertig werden, bei denen mehrere lokale Bestwerte vorhanden sind.

Kapitel 3: NeuralTools-Referenzhandbuch

Einführung

In diesem Kapitel werden die in NeuralTools verwendeten Symbole, Befehle und Statistikfunktionen beschrieben. Das Kapitel ist in zwei Abschnitte unterteilt:

1) *Referenz: NeuralTools-Symbole*

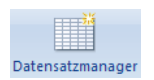
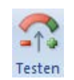
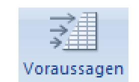
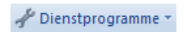
2) *Referenz: NeuralTools-Menübefehle*

Referenz: NeuralTools-Symbole

NeuralTools-Symbolleiste

Die NeuralTools-Symbole werden dazu verwendet, Datensätze mit Fällen und Variablen zu definieren und dann neuronale Netzwerke zu erstellen und auf diese Daten anzuwenden. NeuralTools-Symbole sind in der Excel-Symbolleiste bzw. in einer Befehlsleiste in Excel 2007 zu finden. In diesem Abschnitt wird jedes Symbol kurz beschrieben und werden dabei die Funktionen, die dadurch ausgeführt werden, dargelegt. Auch werden die entsprechenden Menübefehle beschrieben. In Excel 2007 sind alle Befehle über die NeuralTools-Befehlsleiste verfügbar.

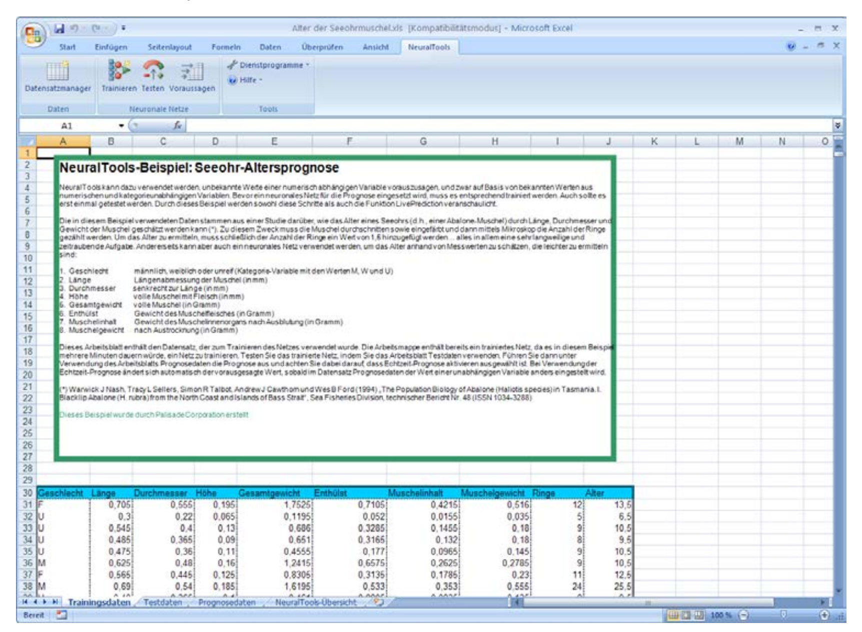
In Excel 2007 sind in der NeuralTools-Befehlsleiste folgende Symbole zu sehen.

Symbol	***Symbolfunktion und entsprechender Befehl***
	**Datensatz und Variablen definieren oder einen bestehenden Datensatz nebst Variablen bearbeiten bzw. löschen** *Entsprechender Befehl: Datensatzmanager*
	**Neuronales Netzwerk trainieren** *Entsprechender Befehl: Trainieren*
	**Neuronales Netzwerk testen** *Entsprechender Befehl: Testen*
	**Werte mithilfe eines trainierten Netzwerks voraussagen** *Entsprechender Befehl: Voraussagen*
	**Dienstprogramme des neuronalen Netzwerks ausführen** *Entsprechender Befehl: Dienstprogramme*
	**NeuralTools-Hilfedatei anzeigen** *Entsprechender Befehl: Hilfe*

Referenz: NeuralTools-Menübefehle

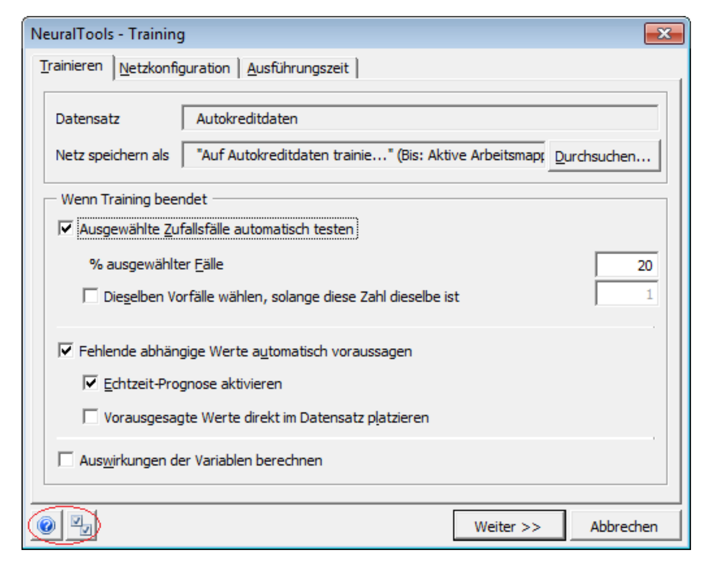
Einführung

Dieser Abschnitt des Referenzhandbuchs enthält detaillierte Informationen über die NeuralTools-Befehle, die in Excel im NeuralTools-Menü oder in der Befehlsleiste verfügbar sind. Die Befehle werden in der Reihenfolge erörtert, in der sie in der Menüleiste erscheinen, d. h. angefangen mit dem Befehl Datensatzmanager und von da aus nach rechts gehend. Viele der verfügbaren Befehle können auch über die NeuralTools-Symbole ausgeführt werden. Im Abschnitt **Referenz: NeuralTools-Symbole** in diesem Kapitel sind die Befehle aufgeführt, die den einzelnen NeuralTools-Symbolen entsprechen.



Symbole in Dialogfeldern

In den einzelnen NeuralTools-Dialogfeldern können bis zu zwei Symbole (Symbol für **Hilfe** und Symbol für **Anwendungseinstellungen**) zu sehen sein. Über das Symbol für Hilfe können Sie im betreffenden Dialogfeld schnell auf die Hilfethemen zugreifen. Hithilfe von Symbols für Anwendungseinstellungen kann das Dialogfeld **Anwendungseinstellungen** angezeigt werden, in das Sie Einstellungen für NeuralTools-Berichte eingeben und diese Einstellungen auch bearbeiten können. Das gleiche ist bei Standardeinstellungen für Training, Prognose und Ausführungszeit möglich.



Befehlsreferenz

Befehl Datensatzmanager

Definiert NeuralTools-Datensätze und -Variablen oder bearbeitet bzw. löscht einen bestehenden Datensatz nebst Variablen

Der Befehl **Datensatzmanager** ermöglicht Ihnen, die gewünschten Datensätze, Fälle und Variablen zu definieren. Sobald die Datensätze definiert sind, können sie für das Training und Testen von neuronalen Netzen sowie für die Prognose verwendet werden. Über das Dialogfeld **Datensatzmanager** können Sie Datensätze hinzufügen oder entfernen sowie auch einen Datensatz benennen oder das Layout der Variablen in einem Datensatz angeben und diese Variablen wie gewünscht bezeichnen.

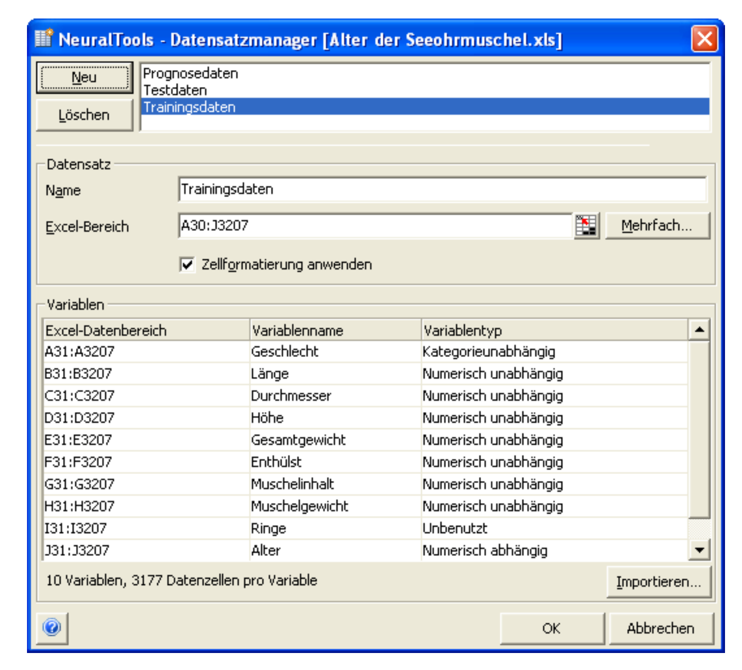
Was sind Datensätze und Variablen?

In NeuralTools sind die Daten den Fällen und Variablen gemäß strukturiert. Sie arbeiten mit einem Datensatz oder einem Satz von statistischen Variablen, die sich in einem Excel-Arbeitsblatt in zusammenhängenden Spalten mit verschiedenen Namen befinden. Die Namen der Variablen sind in der ersten Zeile des Datensatzes zu sehen. Bei jeder Zeile im Datensatz handelt es sich um einen **Fall**. Jeder Fall ist mit einem Satz von unabhängigen Variablenwerten und entweder einem bekannten oder fehlenden Wert für die abhängige Ausgabevariable versehen.

Jede in einem Datensatz befindliche Variable hat einen Namen und ist in Excel mit einem bestimmten Zellenbereich verknüpft. Ein Datensatz kann aus mehreren Zellblöcken bestehen, wodurch Sie dann Daten in verschiedene Blätter derselben Arbeitsmappe eingeben können.

Wenn Sie einen Datensatz definieren, versucht NeuralTools, in Excel die Variablen zu identifizieren, die sich in den Zellen um die aktuelle Auswahl befinden. Dadurch kann schnell und mühelos ein Datensatz eingerichtet werden, und zwar mit den Variablen in Spalten und den entsprechenden Namen der Variablen jeweils in der obersten Zeile.

Dialogfeld Datensatz-manager



Im Dialogfeld **Datensatzmanager** sind unter **Datensatz** folgende Optionen zu finden:

- **Neu, Löschen** – fügt einen neuen Datensatz hinzu oder löscht einen bereits vorhandenen

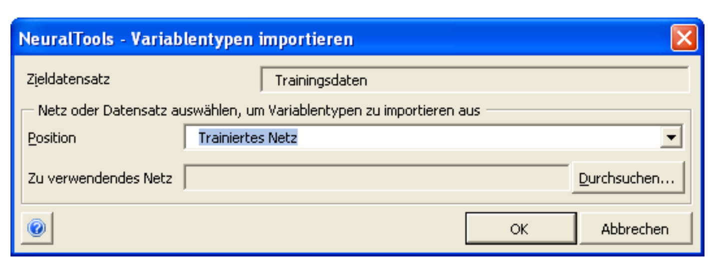
- **Name** – legt den Namen für den Datensatz fest

- **Excel-Bereich** – bestimmt den mit einem Datensatz verknüpften Excel-Bereich. Wenn einem Datensatz mehrere Zellbereiche zugewiesen wurden, steht vor diesem Eintrag die Bezeichnung **Mehrfach**.

- **Zellformatierung anwenden** – fügt Raster und Farben hinzu, um die Datensätze zu identifizieren

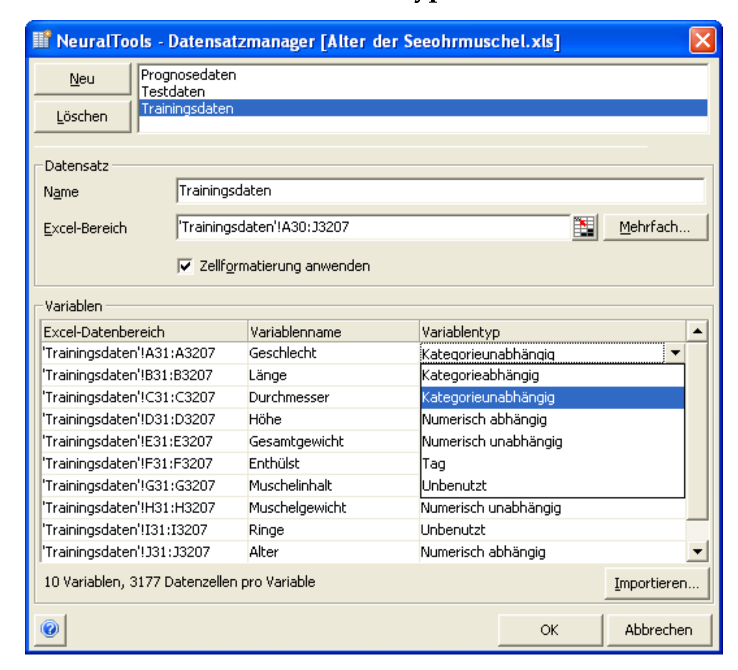
- **Mehrfach** – durch Klicken auf **Mehrfach** im Dialogfeld **Datensatzmanager** wird das Dialogfeld **Mehrfachbereichs-Selektor** angezeigt. Dieses Dialogfeld ermöglicht Ihnen, die einzelnen Zellbereiche einzugeben, aus denen sich der aus mehreren Zellbereichen bestehende Datensatz zusammensetzt.

- **Importieren** – ermöglicht das Kopieren von Variablentypen aus einem anderen Datensatz oder trainierten neuronalen Netz in diesen Datensatz. Über das Dialogfeld **Variablentypen importieren** können Sie den Speicherort und das Netz für Definition der Variablen auswählen.



Optionen für Variablen

Im Dialogfeld **Datensatzmanager** sind in jeder Rasterzeile die Variablen eines Datensatzes aufgelistet, einschließlich des **Excel-Datenbereichs**, der die Datenpunkte für die Variable enthält, des **Variablennamens** und des **Variablentyps**.



Für **Variablentyp** können folgende Optionen eingestellt werden:

- **Kategorieabhängig –** eine abhängige oder Ausgabevariable, deren mögliche Werte aus einem Satz von möglichen Kategorien stammen, z. B. *Ja* oder *Nein* oder *Rot*, *Grün* oder *Blau*.
- **Kategorieunabhängig –** eine unabhängige Variable, deren mögliche Werte aus einem Satz von möglichen Kategorien stammen, z. B. *Ja* oder *Nein* oder *Rot*, *Grün* oder *Blau*.
- **Numerisch abhängig –** abhängige oder Ausgabevariable, deren mögliche Werte numerisch sind.
- **Numerisch unabhängig** – eine unabhängige Variable, deren mögliche Werte numerisch sind.

- **Tag** – eine Variable, bei deren möglichen Werten es sich um „Trainieren", „Testen" oder „Voraussagen" handelt. Dieser Variablentyp wird dazu verwendet, Fälle in einem Datensatz zu identifizieren, die für Training, Testen oder Prognose verwendet werden.
- **Unbenutzt** – eine Variable in einem Datensatz, der im neuronalen Netz nicht verwendet wird.

Weitere Info zu Tag-Variablen

Tag-Variablen sind besondere Variablen in einem NeuralTools-Datensatz, die dazu verwendet werden, Fälle im Datensatz zu identifizieren, die für Training, Testen und Prognose verwendet werden. Diese Variablen sind besonders nützlich, wenn sich alle für Netzwerk-Training, Testen und Prognose zu verwendenden Daten in nur einem Datensatz befinden sollen. Wenn Sie mit einer Tag-Variablen arbeiten, wählt NeuralTools solche Fälle aus, die für Training, Testen oder Prognose verwendet werden. Durch Änderung der Werte einer Tag-Variablen können Sie ein Netzwerk unter Verwendung anderer Fälle neu trainieren und auch sehen, wie sich die Leistung des Netzwerks entsprechend ändert. Auch können Sie neue Fälle mit unbekannten abhängigen Variablenwerten zu einem Datensatz hinzufügen und diese mittels Tag „Voraussagen" prognostizieren lassen. Eine Tag-Variable kann nur drei mögliche Werte enthalten:

- **Trainieren** – legt fest, dass der Fall zum Training verwendet wird
- **Testen** – legt fest, dass der Fall zum Testen verwendet wird
- **Voraussagen** – legt fest, dass der Fall zur Prognose verwendet wird

> ***Hinweis: Wenn sich in Ihrem Datensatz eine Tag-Variable befindet, ändern sich dadurch die Optionen im Dialogfeld*** **Training** ***Weitere Informationen sind unter dem Befehl*** **Trainieren** ***zu finden.***

Fähigkeiten von Datensatz und Variablen

In einer NeuralTools-Sitzung kann mit Folgendem gearbeitet werden:

- bis zu 256 Datensätzen in einer Arbeitsmappe
- bis zu 16384 Variablen pro Datensatz in Excel 2007 (aber nur 256 Variablen in den früheren Excel-Versionen). Alle Daten für einen Datensatz müssen sich in derselben Arbeitsmappe befinden
- Anzahl der Datenpunkte pro Variable und Anzahl der Fälle pro Datensatz ist in Excel 2007 nur durch den verfügbaren Speicherplatz begrenzt (in früheren Excel-Versionen sind 16.777.216 Datenpunkte möglich)

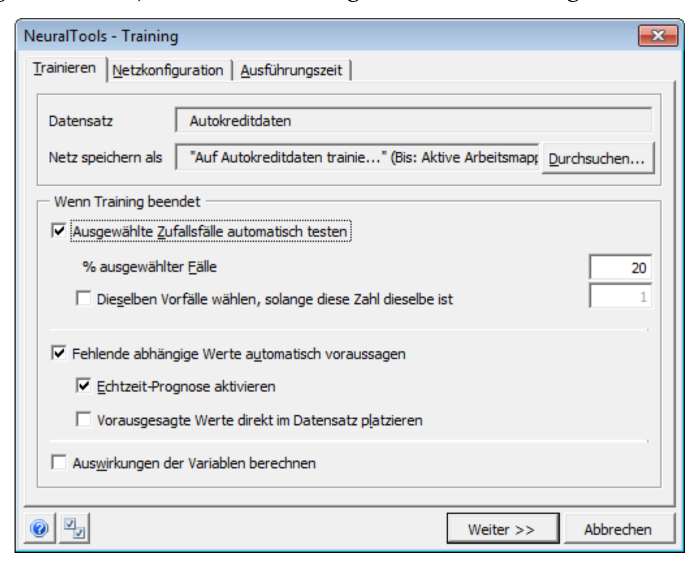
Die wirklichen Datenkapazitäten sind je nach Systemkonfiguration und verwendeter Excel-Version evtl. geringer als die vorstehend angegebenen. Die Speicherbegrenzungen von Excel können sich ebenfalls auf die Datenkapazitäten auswirken.

Hinweis: Im Dialogfeld **Datensatzmanager** ***sind alle in der aktiven Arbeitsmappe befindlichen Datensätze und Variablen aufgelistet (es handelt sich dabei um die oben im Dialogfeld*** **Datensatzmanager** ***angegebene Arbeitsmappe). Um in anderen Arbeitsmappen befindliche Datensätze auflisten zu können, muss die gewünschte Arbeitsmappe in Excel aktiviert und dann im Dialogfeld*** **Datensatzmanager** ***angezeigt werden.***

Befehl Trainieren

Legt die Einstellungen für das Training eines neuronalen Netzwerks fest und führt den Trainingsvorgang aus

Der Befehl **Trainieren** ermöglicht Ihnen, 1) die für das Training eines neuronalen Netzes in NeuralTools zu verwendenden Einstellungen anzugeben und 2) mit dem Training des Netzes zu beginnen.

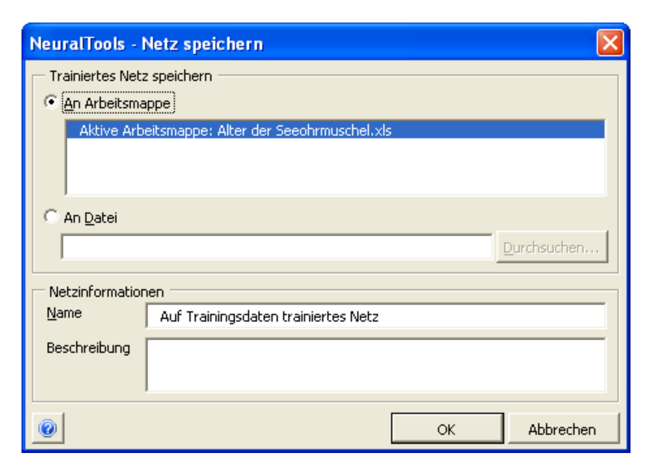


Registerkarte Trainieren

Im Dialogfeld **Training** sind auf der Registerkarte **Trainieren** die allgemeinen Optionen für das Training eines neuronalen Netzwerks angegeben. Es handelt sich dabei um folgende Optionen:

- **Datensatz** – zeigt den Datensatz, der beim Training des neuronalen Netzwerks verwendet werden soll. Dieser Datensatz muss mithilfe des Datensatzmanagers definiert werden und muss sich auch im aktiven Arbeitsblatt befinden.

- **Netz speichern als** – gibt Namen und Speicherort für das zu trainierende neuronale Netz an Neuronale Netzwerke können in einer Excel-Arbeitsmappe oder in einer Datei auf der Festplatte gespeichert werden. Klicken Sie auf **Durchsuchen...**, um den gezeigten Namen oder Speicherort zu ändern.



Sie können auch einen Namen und eine Beschreibung für das zu speichernde neuronale Netzwerk eingeben.

Die Optionen unter **Wenn Training beendet** ermöglichen Ihnen, mithilfe des trainierten Netzes nach dem Training automatisch zu testen und vorauszusagen. Das kann aber nur dann geschehen, wenn die zu testenden und vorauszusagenden Daten sich in demselben Datensatz wie die Trainingsdaten befinden.

- **Autom. testen aktivieren** – legt fest, dass:

  1) ein Prozentsatz der Fälle im Datensatz automatisch vom Training ferngehalten und zum Testen verwendet werden soll

  2) Fälle, in denen die Tag-Variable **= "*test*"** vorhanden ist, zum Testen verwendet werden soll Bei einer Tag-Variable handelt es sich um einen Variablentyp, der im Datensatzmanager spezifiziert ist.

- Durch **Dieselben Testfälle wählen, solange diese Zahl dieselbe ist** wird angegeben, dass bei wiederholtem Trainieren dieselben Testfälle verwendet werden sollen. Das kann beim Vergleich von verschiedenen Arten von neuronalen Netzen recht nützlich sein, um die Variabilität zu vermeiden, die durch Auswahl unterschiedlicher Testfälle entstehen kann. Bei Auswahl dieses Kontrollkästchens kann eine Zahl eingegeben werden, was bedeutet, dass eine feststehende Auswahl an Testfällen verwendet wird (die Zahl ist die Ausgangszahl für Zufallswerte).

Durch **Nach bestem Netz suchen** wird eine feststehende Auswahl an Testfällen für den Vergleich mehrerer Netze verwendet. Es spielt dabei keine Rolle, ob dieses Kontrollkästchen aktiviert ist oder nicht.

- **Fehlende abhängige Werte automatisch voraussagen** – legt fest, dass das trainierte Netz zum Voraussagen von abhängigen Variablenwerten verwendet werden soll, und zwar entweder

  1) für Fälle, in denen der Wert der abhängigen Variable nicht vorhanden ist oder

  2) für Fälle, in denen die Tag-Variable **= "voraussagen"** vorhanden ist. Bei einer Tag-Variable handelt es sich um einen Variablentyp, der im Datensatzmanager spezifiziert ist.

- **Echtzeit-Prognose aktivieren** – legt fest, dass NeuralTools entsprechende Formeln in den Zellen platzieren wird, in denen die vorausgesagten abhängigen Variablen zu sehen sind, um so die vorausgesagten Werte zu berechnen. Weitere Informationen über Echtzeit-Prognose sind in diesem Kapitel unter dem Befehl **Voraussagen** zu finden.

- **Variablenauswirkung berechnen** – legt fest, dass NeuralTools beim Bestimmen der durch das Netz berechneten Prognosen die relative Auswirkung der einzelnen unabhängigen Variablen im Trainingsdatensatz mit einbeziehen soll.

Welche Bedeutung hat die Variablen-Auswirkungs-analyse?

Der Zweck der **Variablen-Auswirkungsanalyse** ist es, die Empfindlichkeit der Netz-Prognosen hinsichtlich Veränderungen in den unabhängigen Variablen zu messen. Diese Analyse bezieht sich nur auf die Trainingdaten. Auf Basis dieser Analyse wird den einzelnen unabhängigen Variablen jeweils ein Wert für „relative Variablenauswirkung“ zugewiesen. Dies sind prozentuale Werte, die insgesamt 100 % ergeben. Je niedriger der Prozentsatz einer gegebenen Variable, desto geringer ist auch die Auswirkung dieser Variable auf die Prognosen. Die Ergebnisse dieser Analyse können dazu verwendet werden, einen neuen Satz von unabhängigen Variablen auszuwählen, durch den dann genauere Prognosen möglich sind. Eine Variable mit geringer Auswirkung kann z. B. durch irgendeine neue Variable ersetzt werden. Es muss dabei jedoch berücksichtigt werden, dass sich die Ergebnisse der Auswirkungsanalyse nur auf das betreffende Netz beziehen. Die Tatsache, dass ein gewisses Netz erfolgreich trainiert wurde, eine bestimmte Variable nicht zu berücksichtigen, bedeutet wahrscheinlich, dass ein anderes Netz ebenfalls entsprechend trainiert werden kann. Es kann aber auch passieren, dass durch eine andere Trainingssitzung mit anderer Netzart „entdeckt“ wird, wie diese Variable trotzdem evtl. erheblich zu akkuraten Prognosen beitragen kann. In Datensätzen mit einer kleineren Anzahl von Fällen oder größeren Anzahl von Variablen können die Unterschiede in relativer Auswirkung der Variablen von einem trainierten Netz zum anderen erheblich ausgeprägter sein. Auch ist es wichtig, daran zu denken, dass diese Werte „relativ“ sind. Angenommen, bei zwei unabhängigen Variablen ist der einen ein Wert von 99 % und der anderen ein Wert von 1 % zugewiesen. Dies bedeutet, dass die letztere Variable viel weniger wichtig als die erstere ist. Das heißt jedoch nicht, dass die letztere Variable vollkommen unwichtig ist, besonders dann nicht, wenn sehr genaue Prognosen erwünscht sind.

Es folgen einige zusätzlich zu beachtende Punkte hinsichtlich der **Variablen-Auswirkungsanalyse**:

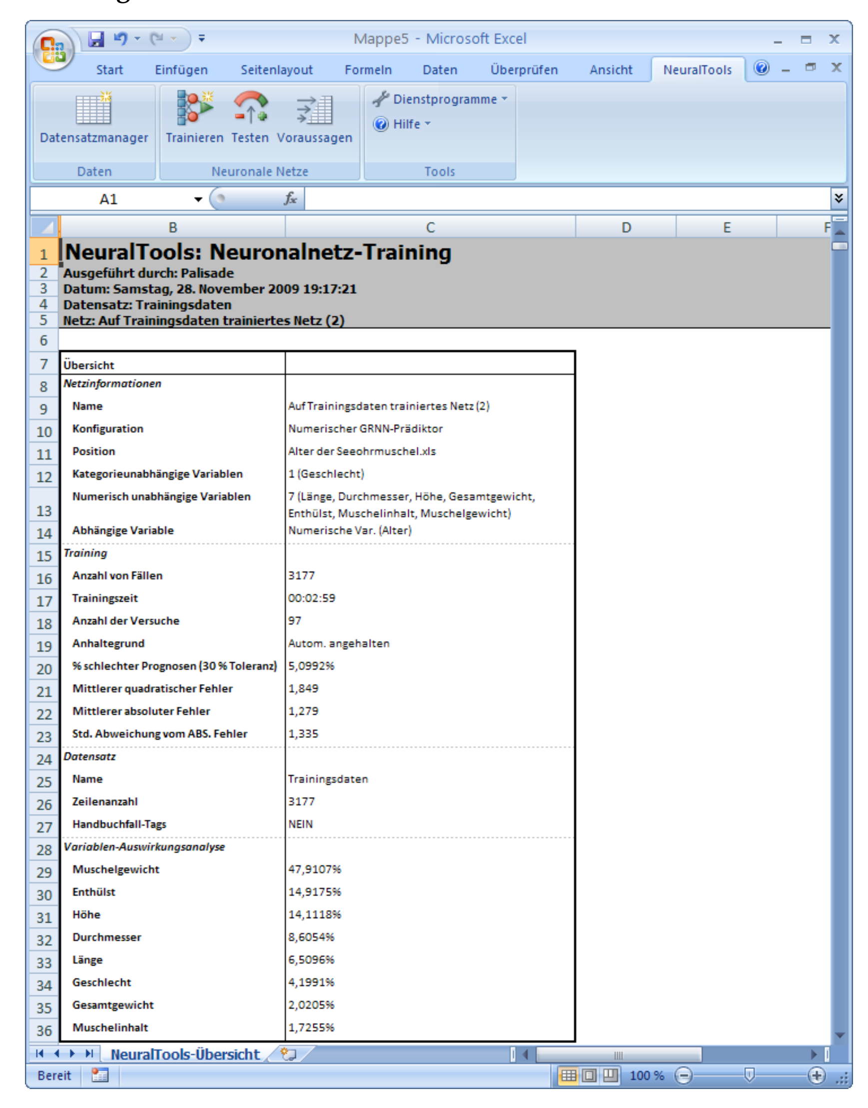
1) Nur der Trainingsdatensatz wird hier analysiert. (Fälle, in denen **Autom. testen** oder **Autom. Prognose** verwendet wird, werden nicht mit einbezogen, da in diesen Fällen vielleicht Zahlenwerte vorhanden sind, die außerhalb des Trainingsbereichs liegen. Dadurch würden die Analysenergebnisse dann schlecht vorhersehbar sein.)

2) Bei einer gegebenen kategorieunabhängigen Variable wird bei der Analyse für jeden Fall durch alle für die Variable gültigen Kategorien gegangen und dabei jeweils die Änderung im vorausgesagten Wert gemessen. (Bei der Kategorieprognose gibt es keinen vorausgesagten Zahlenwert, aber dafür viele grobe numerische Netzausgaben, auf denen die Kategorieprognose aufgebaut ist. In der Analyse werden diese numerischen Ausgaben verwendet.)

3) Bei einer numerisch unabhängigen Variable wird in der Analyse für jeden Fall durch den betreffenden Trainingswertbereich von **Minimum** bis **Maximum** gegangen und dabei jeweils der veränderte vorausgesagte Wert gemessen (oder, im Falle einer Kategorieprognose, die Veränderung in den groben numerischen Ausgaben).

Die **Variablen-Auswirkungsanalyse** ist nicht dazu da, feste Schlussfolgerungen zu treffen. Beispielsweise soll dadurch nicht bewiesen werden, dass eine bestimmte Variable vollkommen bedeutungslos ist. Diese Analyse soll nur dabei helfen, den besten Satz von unabhängigen Variablen zu finden: Die Ergebnisse dieser Analyse können aber vielleicht darauf hinweisen, dass eine bestimmte Variable ausreichend belanglos ist, sodass Sie vielleicht versuchen sollten, ein Netz ohne diese Variable zu trainieren.

Die Ergebnisse der **Variablen-Auswirkungsanalyse** sind im Bericht **Trainingsübersicht** zu sehen.



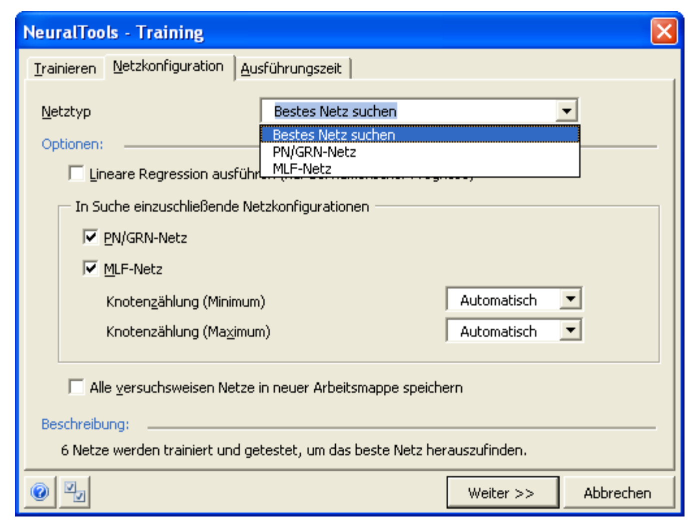
NeuralTools: Neuronalnetz-Training
Ausgeführt durch: Palisade
Datum: Samstag, 28. November 2009 19:17:21
Datensatz: Trainingsdaten
Netz: Auf Trainingsdaten trainiertes Netz (2)

Übersicht	
Netzinformationen	
Name	Auf Trainingsdaten trainiertes Netz (2)
Konfiguration	Numerischer GRNN-Prädiktor
Position	Alter der Seeohrmuschel.xls
Kategorieunabhängige Variablen	1 (Geschlecht)
Numerisch unabhängige Variablen	7 (Länge, Durchmesser, Höhe, Gesamtgewicht, Enthülst, Muschelinhalt, Muschelgewicht)
Abhängige Variable	Numerische Var. (Alter)
Training	
Anzahl von Fällen	3177
Trainingszeit	00:02:59
Anzahl der Versuche	97
Anhaltegrund	Autom. angehalten
% schlechter Prognosen (30 % Toleranz)	5,0992%
Mittlerer quadratischer Fehler	1,849
Mittlerer absoluter Fehler	1,279
Std. Abweichung vom ABS. Fehler	1,335
Datensatz	
Name	Trainingsdaten
Zeilenanzahl	3177
Handbuchfall-Tags	NEIN
Variablen-Auswirkungsanalyse	
Muschelgewicht	47,9107%
Enthülst	14,9175%
Höhe	14,1118%
Durchmesser	8,6054%
Länge	6,5096%
Geschlecht	4,1991%
Gesamtgewicht	2,0205%
Muschelinhalt	1,7255%

Registerkarte Netzkonfiguration

Diese Registerkarte im Dialogfeld **Training** ermöglicht Ihnen, die Art von neuronalem Netzwerk auszuwählen, das auf Ihre Daten eintrainiert werden soll. Sie können entweder eine bestimmte Netzkonfiguration oder einfach **Bestes Netz suchen** wählen. Im letzteren Fall versucht NeuralTools verschiedene mögliche Konfigurationen, um das Netz zu finden, das für Ihre Zwecke am besten ist.

In NeuralTools werden verschiedene neuronale Netzwerkkonfigurationen unterstützt, um die bestmöglichen Voraussagen zu erzielen. Für Klassifizierung/Kategorieprognose sind zwei Arten von Netzwerken verfügbar: **neuronale Wahrscheinlichkeitsnetzwerke (PNN) und mehrschichtige Feedforward-Netzwerke (MLF).** Numerische Prognose kann mithilfe von MLF-Netzwerken und auch mit **verallgemeinerten neuronalen Regressionsnetzwerken (GRNN)** ausgeführt werden, die so ähnlich wie PNN-Netzwerke sind. Weitere Informationen über die technischen Aspekte der verfügbaren Netzwerkkonfigurationen sind im Abschnitt **Weiteres über neuronale Netzwerke** zu finden.



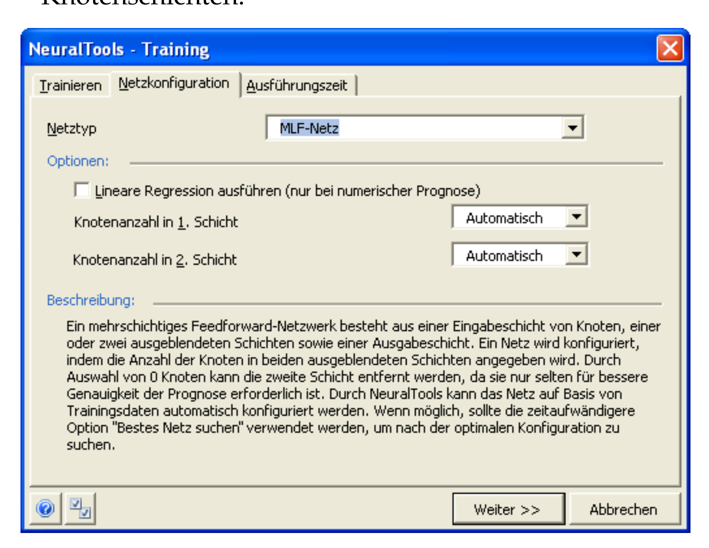
Auf der Registerkarte **Netzkonfiguration** sind folgende Optionen verfügbar:

- **Netztyp** – zur Auswahl des Netztyps, der zum Training verwendet werden soll, oder für **Bestes Netz suchen**. Je nach ausgewähltem Netztyp, ändern sich die auf der Registerkarte **Netzkonfiguration** angezeigten Optionen. Folgende Netztypen sind verfügbar:

1) **Bestes Netz suchen**. Bei dieser Option überprüft NeuralTools alle angekreuzten Netzkonfigurationen, wie z.B. PNN/GRNN- und MLFN-Netze mit Knotenzählung im eingegebenen Min-Max-Bereich. Es wird dann die für Ihre Daten beste Konfiguration identifiziert, und zwar auf Basis des erhaltenen Fehlerwert im Testdatensatz. Wenn **Alle versuchsweisen Netze in neuer Arbeitsmappe speichern** ausgewählt ist, können Sie die getesteten Netze einzeln aus einer Arbeitsmappe laden (ganz gleich, ob es sich dabei um das leistungsstärkste Netz handelt oder nicht) und nach dem Trainieren für die Prognose verwenden. Auch ist ein vollständiger Testübersichtsbericht für jedes Netz verfügbar.

2) **PNN/GRNN-Netz.** Bei diesen Netztypen brauchen keine zusätzlichen Optionen zu Trainingszwecken ausgewählt werden. Daher ist dies die Standardeinstellung, wenn NeuralTools installiert ist. Wenn es sich bei Ihren Daten um numerische Ausgabenwerte handelt, wird ein GRNN-Netzwerk und bei kategorischen Ausgabewerten ein PNN-Netzwerk darauf eintrainiert.

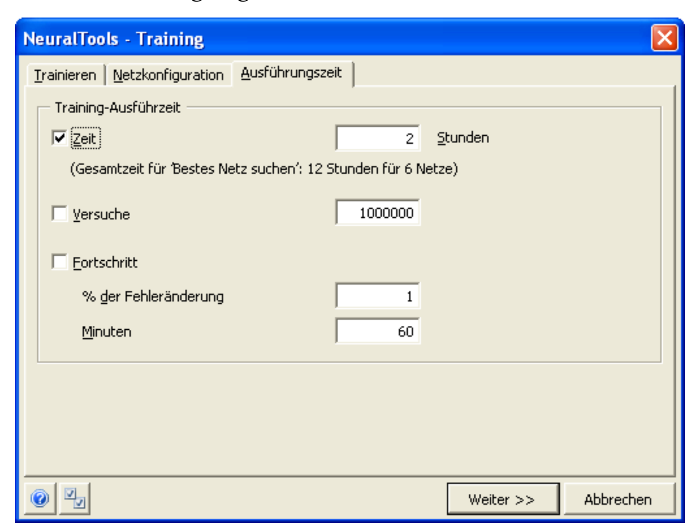
3) **MLFN-Netz.** Ein mehrschichtiges Feedforward-Netzwerk (MLFN) enthält eine oder zwei ausgeblendete Knotenschichten.



Wenn Sie für die zweite Schicht keine Knoten wählen, wird diese Schicht entfernt. Um auf zuverlässige Weise die beste Konfiguration eines MLFN-Netzes zu finden, sollte die Option **Bestes Netz suchen** verwendet und nicht nur ein einzelnes MLFN-Netz trainiert werden. Falls nicht genügend Zeit für **Bestes Netz suchen** vorhanden ist, sollte **Knotenanzahl** auf **Autom. ausgewählt** eingestellt bleiben.

Registerkarte Ausführungszeit

Die Registerkarte **Ausführungszeit** im Dialogfeld **Training** ermöglicht Ihnen, Anhaltebedingungen für das Training einzugeben. Wenn keine Anhaltebedingungen ausgewählt werden, wird das Training trotzdem irgendwann angehalten. Die Ausführungszeit ist relativ kurz für PNN/GRNN-Netze und erheblich länger für MLF-Netze. Es ist beispielsweise möglich, keine Anhaltebedingungen zu wählen und dann im Dialogfeld **Trainings-Fortschritt** auf **Stop** zu klicken, sobald keine Zeit mehr zum Training vorhanden ist. Bei der Option **Bestes Netz suchen** muss eine Zeitbegrenzung für das Training von Netzen definiert werden, um sicherzustellen, dass der Suchalgorithmus nicht zu viel Zeit für eine bestimmte Konfiguration verbraucht. Die drei verfügbaren Anhaltebedingungen können kombiniert werden, um anzugeben, dass NeuralTools anhalten soll, sobald eine der Bedingungen erreicht ist.

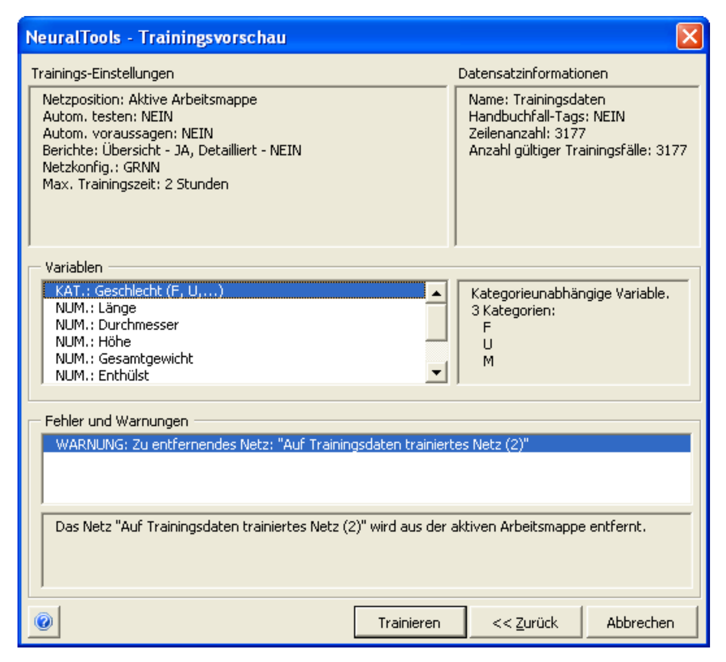


Für **Training-Ausführzeit** sind folgende Optionen verfügbar:

- **Zeit** – legt eine bestimmte Zeitgrenze für das Trainieren eines Netzwerks fest. Das Training wird aber evtl. schon früher angehalten, wenn der Algorithmus erkennt, dass wahrscheinlich kein weiterer Fortschritt erzielt werden kann. Bei Verwendung von **Bestes Netz suchen** wird jede getestete Konfiguration entsprechend der eingegebenen Zeitspanne trainiert.
- **Versuche** – legt fest, dass NeuralTools nicht mehr als die angegebene Anzahl an Versuchen ausführen soll, bevor angehalten wird. Bei mehrschichtigen Feedforward-Netzwerken handelt es sich bei einem „Versuch“ um eine einzelne Zuweisung von „Bewertungsfaktoren“ an die Verbindungen zwischen Neuronen. Das Training besteht aus einer intelligenten Suche nach Bewertungsfaktoren, die die besten Prognosen ergeben. Bei neuronalen Wahrscheinlichkeitsnetzwerken und verallgemeinerten neuronalen Regressionsnetzwerken handelt es sich bei einem Versuch um die Zuweisung von „Glättungsfaktoren“ an Variablen Das Training besteht aus der Suche nach den besten Glättungsfaktoren.
- **Fortschritt** – legt fest, dass NeuralTools nicht mehr weitermachen soll, wenn die Fehlerstatistik im angegebenen Zeitrahmen nicht mindestens um den eingegebenen Prozentsatz verbessert werden kann.

Dialogfeld Trainings-Vorschau

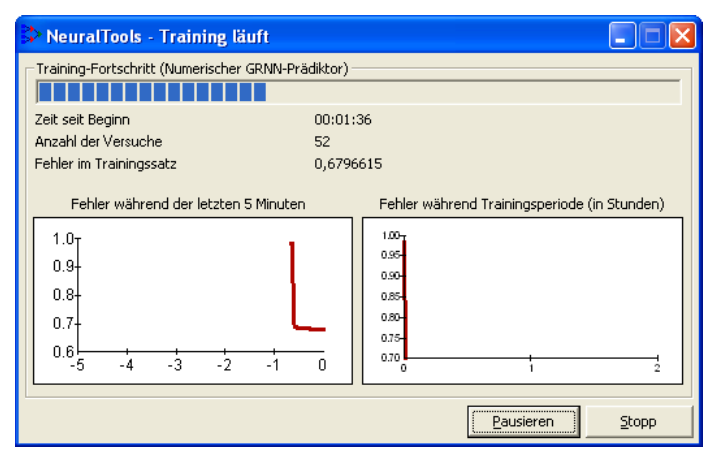
In dem Dialogfeld **Trainings-Vorschau** wird vor Beginn des Trainings der Aufbau des aktuellen Netzwerk-Trainings angezeigt, und zwar zusammen mit irgendwelchen Fehlern, die in Ihren Daten festgestellt wurden. In diesem Dialogfeld sind alle Ihre ausgewählten und durch NeuralTools berichteten Trainings-Vorraussetzungen zu sehen. Im Abschnitt **Fehler und Warnungen** werden irgendwelche Probleme beschrieben, die NeuralTools in Ihren Daten oder Einstellungen erkannt hat und die notfalls noch vor dem Training berichtigt werden können.



Fenster Trainings-Fortschritt

In dem Fenster **Training läuft** wird über den Status des Netzwerk-Trainings berichtet, während dieses ausgeführt wird. Durch Diagramme wird detailliert gezeigt, welchen Fortschritt NeuralTools beim Verbessern des Netzwerks und Reduzieren des berichteten Fehlers macht.

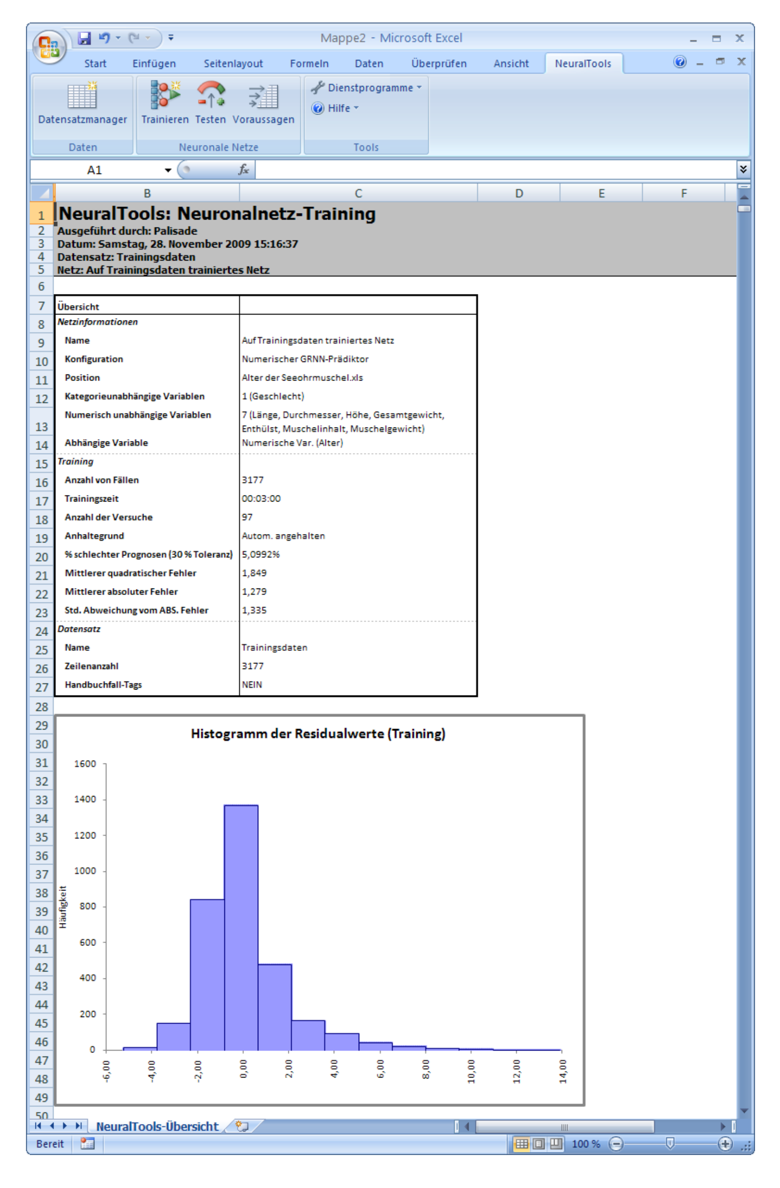
Im Fenster **Training läuft** wird über den Fehlerwert im Trainingssatz berichtet. Wenn Sie Änderungen in diesem Wert beobachten, kann dadurch kein direkter Rückschluss auf die Qualität der Prognosen gezogen werden, die das Netz in Bezug auf nicht im Training verwendete Fälle stellen wird. Solche Rückschlüsse sollten jeweils auf Basis des Fehlerwertes im betreffenden Testdatensatz gezogen werden. Bei numerischen Prognosen ist der im Fenster **Training läuft** berichtete Fehlerwert der auf Basis der skalierten Daten festgestellte Wert des **mittleren quadratischen Fehlers.** Im Abschnitt ***Eingabetransformation*** sind weitere Informationen über das Skalieren zu finden. Bei der Kategorieprognose wir der Fehlerwert auf Basis der numerischen Kategoriedatendarstellung berichtet.



Trainings-Berichte

Nach dem Training können Übersichts- und Detail-Berichte erstellt werden. Durch diese Berichte sind Einzelheiten über die Leistung des trainierten neuronalen Netzwerks zu erkennen. Der aktuelle Inhalt der erstellten Berichte wird im Dialogfeld **Anwendungseinstellungen** angegeben, und zwar unter den Einstellungen für **Zu erstellende Berichte** und **Spalten in Detailberichten.**

- *Trainings-Übersichtsbericht* – In diesem Bericht sind Statistiken und Diagramme über die Leistung des trainierten neuronalen Netzes zu finden.



Für **Kategorieprognose/Klassifizierung** ist in den Hauptstatistiken und Diagrammen des Trainings-Übersichtsberichts folgendes zu finden:

1) **% schlechter Prognosen** – dies ist der Prozentsatz der Fälle, bei denen die vorausgesagte Kategorie nicht mit der aktuellen Kategorie übereinstimmt.

2) **Mittlere falsche Wahrscheinlichkeit (nur in PNN-Netzen verfügbar) –** Für die einzelnen Fälle berechnet NeuralTools die Wahrscheinlichkeit von falschen Kategorien, wobei es sich um die Summe der Wahrscheinlichkeiten handelt, die durch ein PNN-Netz falschen Kategorien zugewiesen werden. Wenn in irgendeinem Fall ein Netz beispielsweise 30 % Wahrscheinlichkeit der Farbe Rot, 20% der Farbe Gelb und 50% der Farbe Grün zuweist und wir aber wissen, dass die richtige Antwort Rot ist, dann ist der Wert in diesem Fall 20 % + 50 % = 70 %. Bei diesem Wert handelt es sich somit um eine fallweise Fehlermessung für die Kategorieprognose. Dies entspricht dem Residualfehler bei der numerischen Prognose. Mittlere falsche Wahrscheinlichkeit entspricht dem Durchschnittsfehlerwert für alle vorhandenen Fälle.

   Detailberichte zeigen die falsche Wahrscheinlichkeit für die einzelnen Fälle. Um dieses Konzept besser zu verstehen, sollten Sie vielleicht die Einstellungen für Detailbericht ändern, um die Wahrscheinlichkeiten zu zeigen, die durch ein neuronales Wahrscheinlichkeitsnetz jeder möglichen Kategorie der abhängigen Variable zugewiesen wurden. Zu diesem Zweck müssen Sie im Menü **Dienstprogramme** die Option **Anwendungseinstellungen** wählen und dann rechts im Dropdown-Menü auf die Zeile **Spalten in Detailberichten** klicken. Es ist dann das Dialogfeld **NeuralTools – In Detailberichten anzuzeigende Spalten** zu sehen. Wählen Sie in diesem Dialogfeld die Option **Wahrscheinlichkeiten für alle Kategorien (für PNN)** zum Testen aus. Trainieren Sie anschließend ein PNN-Netz auf einen Datensatz ein, der mindestens 3 Kategorien in der abhängigen Variablen enthält (die Beispieldatei „Autokredite.xls" kann hierfür verwendet werden). Zu diesem Zeck muss **Autom. testen** ausgewählt sein. In dem sich daraus ergebenden Detailbericht können Sie sehen, wie die Werte in der Spalte **Falsche %** sich auf die Wahrscheinlichkeiten beziehen, die den einzelnen möglichen Kategorien zugewiesen wurden. Falsche % bezieht sich auf

die Summe der Wahrscheinlichkeiten für alle falschen Kategorien.

3) **Klassifizierungs-Matrix** – vergleicht die aktuellen mit den vorausgesagten Kategorien, und zwar von Kategorie zu Kategorie. Die Klassifizierungs-Matrix könnte z. B. zu erkennen geben, dass ein Netz, wie vorgesehen, irgendeine Krankheit in Patienten erkennt, aber die Tendenz hat, diese Krankheit fälschlicherweise mitunter auch für gesunde Patienten anzuzeigen.

4) **Variablenauswirkung** – zeigt die relative Auswirkung von unabhängigen Variablen auf vorausgesagte Ergebnisse an.

5) **Histogramm der Wahrscheinlichkeit von falschen Kategorien** (nur bei PNN-Netzen verfügbar) – weitere Informationen über **Wahrscheinlichkeit von falschen Kategorien** finden Sie vorstehend unter **Mittlere falsche Wahrscheinlichkeit.**

Für **Numerische Prognose** ist in den Hauptstatistiken und Diagrammen des Berichts **Trainings-Übersicht** Folgendes zu finden:

1) **% schlechter Prognosen** – Eine Prognose wird als „schlecht" angesehen, wenn sie nicht in die für den aktuellen Wert definierte Spanne fällt. Die Breite dieser Spanne wird durch die Einstellung für **Gute/schlechte Toleranz (Training)** im Dialogfeld **Anwendungseinstellungen** definiert.

2) **Mittlerer quadratischer Fehler** – ein Messwert für die Abweichung von Prognosen vom aktuellen Wert (wird als Quadratwurzel der durchschnittlichen quadratischen Abweichung berechnet).

3) **Mittlerer absoluter Fehler** – durchschnittliche Abweichung von Prognosen von den aktuellen Werten.

4) **Variablenauswirkung** – zeigt die relative Auswirkung von unabhängigen Variablen auf vorausgesagte Ergebnisse an.

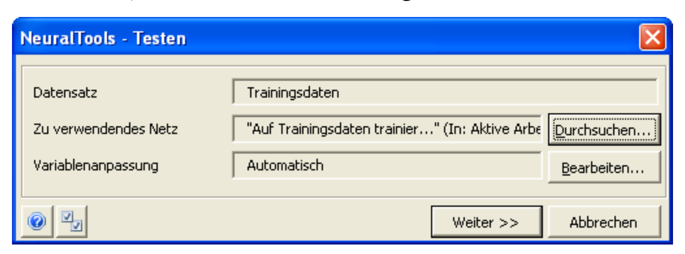
5) **Histogramm der Residualwerte** – der **Residualwert** ist die Differenz zwischen dem aktuellen und dem vorausgesagten Wert.

6) Aus **Punktdiagrammen** geht die Beziehung zwischen aktuellen, vorausgesagten und Residualwerten hervor.

Befehl Testen

Legt die Einstellungen für das Testen eines trainierten neuronalen Netzwerks fest und führt den Test aus

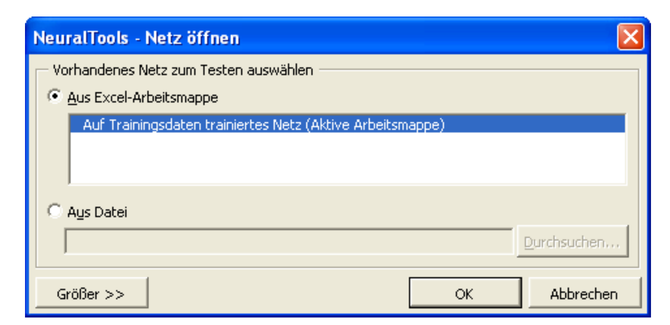
Der Befehl **Testen** ermöglicht Ihnen, 1) die für das Testen eines trainierten neuronalen Netzes zu verwendenden Einstellungen anzugeben und 2) mit dem Testen zu beginnen.



Bei den zu testenden Daten handelt es sich meistens um Daten mit bekannten Ausgabewerten, die nicht beim Training des Netzes verwendet wurden. Im Dialogfeld **Testen** stehen folgende Optionen zur Verfügung:

- **Datensatz** – zeigt den Datensatz, der beim Testen des trainierten neuronalen Netzwerks verwendet werden soll. Dieser Datensatz muss mithilfe des Datensatzmanagers definiert werden und muss sich auch im aktiven Arbeitsblatt befinden.

- **Zu verwendendes Netz** – gibt Namen und Speicherort für das zu testende neuronale Netz an Neuronale Netzwerke können in einer Excel-Arbeitsmappe oder in einer Datei auf der Festplatte gespeichert werden. Klicken Sie auf **Durchsuchen…**, um den gezeigten Namen oder Speicherort zu ändern.



Variablenanpassung

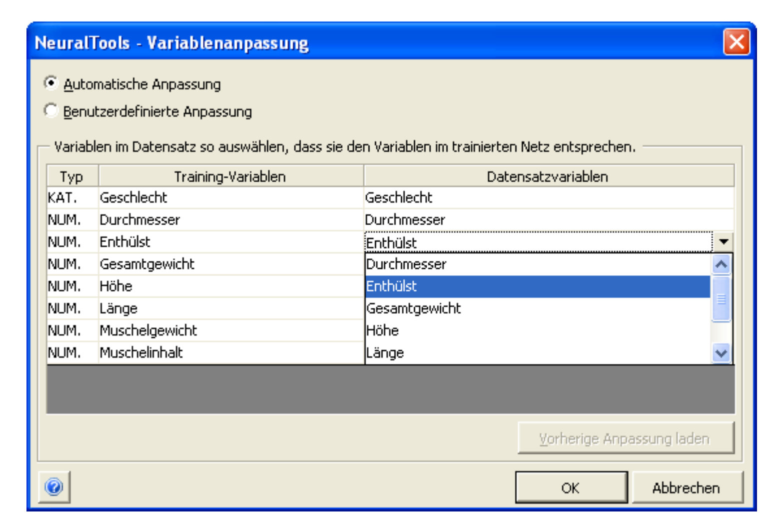
Variablenanpassung legt fest, wie die in dem zu testenden Datensatz befindlichen Variablen den Variablen im Datensatz angepasst werden, der zum Trainieren des Netzes verwendet wurde.



Für die Variablenanpassung stehen zwei Optionen zur Verfügung:

1) **Automatische Anpassung**. Die Variablennamen im Testdatensatz werden namentlich den Variablen im Datensatz des trainierten Netzes angepasst und die Variablentypen werden dieser Anpassung gemäß eingestellt.

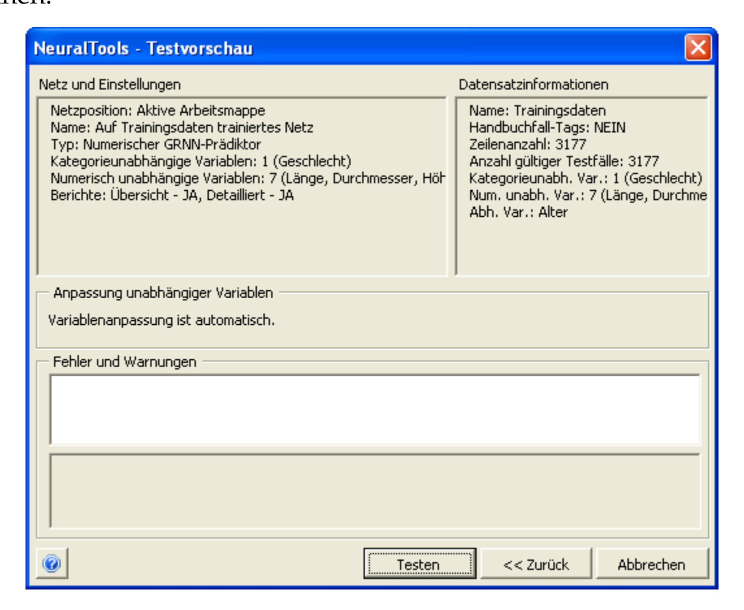
2) **Benutzerdefinierte Anpassung**. Diese Methode ermöglicht Ihnen, die Variablen im Testdatensatz einzeln den Variablen im Datensatz des trainierten Netzes anzupassen. Diese Methode wird verwendet, wenn die Namen der Variablen in den beiden Datensätzen unterschiedlich oder verschiedene Zuweisungen erwünscht sind.



Im Dialogfeld **Variablenanpassung** sind die Namen der Variablen in jedem Datensatz aufgelistet, damit sie einander angepasst werden können. Es können nur Variablen des gleichen Typs einander angepasst werden. Bei jeder Anpassung werden die vorgenommenen Zuweisungen zusammen mit dem Datensatz gespeichert. Durch Klicken auf **Vorherige Anpassung laden** können die vorherig vorgenommenen Anpassungen durchgesehen werden, um auf einen Satz von früheren Zuweisungen für den Datensatz zuzugreifen.

Dialogfeld Testvorschau

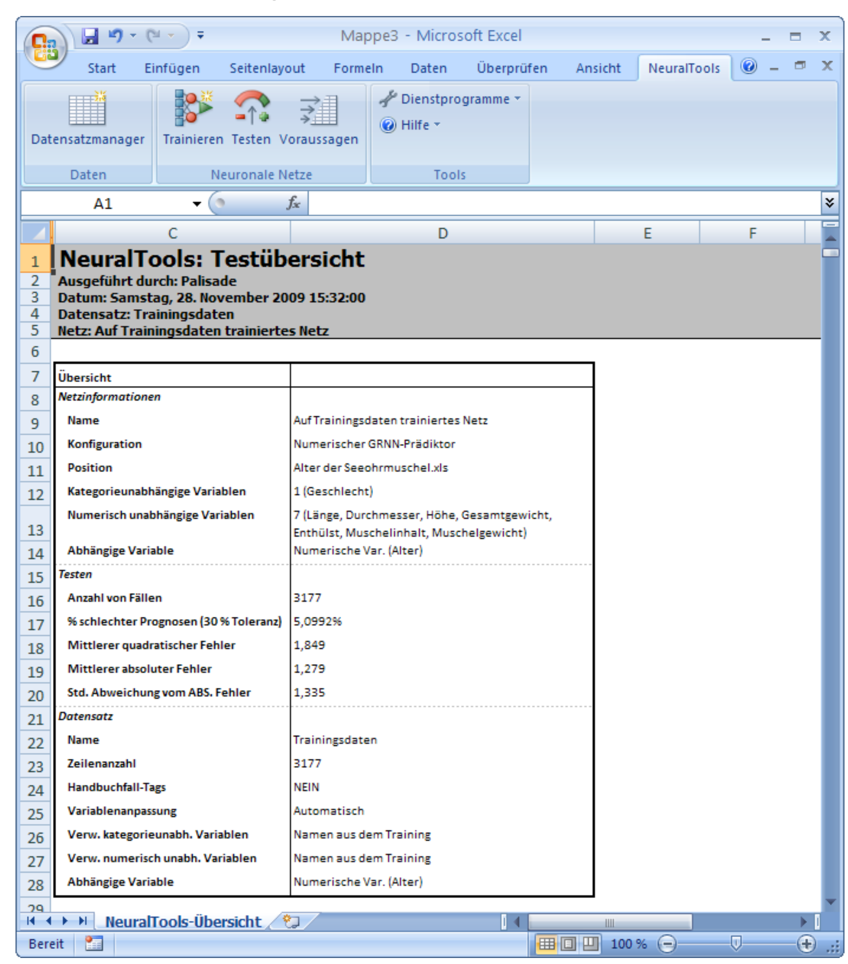
In dem Dialogfeld **Testvorschau** wird vor Testbeginn der Aufbau des aktuellen Netzwerktests angezeigt, und zwar zusammen mit irgendwelchen Fehlern, die in Ihren Daten festgestellt wurden. In diesem Dialogfeld sind alle Ihre ausgewählten und durch NeuralTools berichteten Voraussetzungen für den Test zu sehen. Im Abschnitt **Fehler und Warnungen** werden irgendwelche Probleme beschrieben, die NeuralTools in Ihren Daten oder Einstellungen erkannt hat und die notfalls noch vor dem Test berichtigt werden können.



Testberichte

Nach dem Testen können Übersichts- und Detailberichte erstellt werden. Durch diese Berichte sind Einzelheiten über die Leistung des dem Testdatensatz entsprechend trainierten neuronalen Netzwerks zu sehen. Der aktuelle Inhalt der erstellten Berichte wird im Dialogfeld **Anwendungseinstellungen** angegeben, und zwar unter den Einstellungen für **Zu erstellende Berichte** und **Spalten in detaillierten Berichten.** Der Detailbericht ist besonders beim Testen recht praktisch, weil aus diesem Bericht zu erkennen ist, wie gut das trainierte Netz die einzelnen Ausgabewerte im Testdatensatz vorausgesagt hat.

- **Testübersichtsbericht** – In diesem Bericht sind Statistiken und Diagramme über die Leistung des trainierten neuronalen Netzes in Bezug auf den Testdatensatz zu finden.



NeuralTools: Testübersicht
Ausgeführt durch: Palisade
Datum: Samstag, 28. November 2009 15:32:00
Datensatz: Trainingsdaten
Netz: Auf Trainingsdaten trainiertes Netz

Übersicht	
Netzinformationen	
Name	Auf Trainingsdaten trainiertes Netz
Konfiguration	Numerischer GRNN-Prädiktor
Position	Alter der Seeohrmuschel.xls
Kategorieunabhängige Variablen	1 (Geschlecht)
Numerisch unabhängige Variablen	7 (Länge, Durchmesser, Höhe, Gesamtgewicht, Enthülst, Muschelinhalt, Muschelgewicht)
Abhängige Variable	Numerische Var. (Alter)
Testen	
Anzahl von Fällen	3177
% schlechter Prognosen (30 % Toleranz)	5,0992%
Mittlerer quadratischer Fehler	1,849
Mittlerer absoluter Fehler	1,279
Std. Abweichung vom ABS. Fehler	1,335
Datensatz	
Name	Trainingsdaten
Zeilenanzahl	3177
Handbuchfall-Tags	NEIN
Variablenanpassung	Automatisch
Verw. kategorieunabh. Variablen	Namen aus dem Training
Verw. numerisch unabh. Variablen	Namen aus dem Training
Abhängige Variable	Numerische Var. (Alter)

Für die **Kategorieprognose** ist in den Hauptstatistiken und Diagrammen des Testübersichtsberichts folgendes zu finden:

1) **% schlechter Prognosen** – dies ist der Prozentsatz der Fälle, bei denen die vorausgesagte Kategorie nicht mit der aktuellen Kategorie übereinstimmt.

2) **Mittlere falsche Wahrscheinlichkeit (nur in PNN-Netzen verfügbar) –** Für die einzelnen Fälle berechnet NeuralTools die Wahrscheinlichkeit von falschen Kategorien, wobei es sich um die Summe der Wahrscheinlichkeiten handelt, die durch ein PNN-Netz falschen Kategorien zugewiesen werden. Wenn in irgendeinem Fall ein Netz beispielsweise 30 % Wahrscheinlichkeit der Farbe Rot, 20% der Farbe Gelb und 50% der Farbe Grün zuweist und wir aber wissen, dass die richtig Antwort Rot ist, dann ist der Wert in diesem Fall 20 % + 50 % = 70 %. Bei diesem Wert handelt es sich somit um einen fallweisen Fehlermesswert für die Kategorieprognose. Dies entspricht dem Residualfehler bei der numerischen Prognose. Mittlere falsche Wahrscheinlichkeit entspricht dem Durchschnittsfehlerwert für alle vorhandenen Fälle.

   Detaillierte Berichte zeigen die falsche Wahrscheinlichkeit für die einzelnen Fälle. Um dieses Konzept besser zu verstehen, sollten Sie vielleicht die Einstellungen für Detailbericht ändern, um die Wahrscheinlichkeiten zu zeigen, die durch ein neuronales Wahrscheinlichkeitsnetz jeder möglichen Kategorie der abhängigen Variable zugewiesen wurden. Zu diesem Zweck müssen Sie im Menü **Dienstprogramme** die Option **Anwendungseinstellungen** wählen und dann rechts im Dropdown-Menü auf die Zeile **Spalten in detaillierten Berichten** klicken. Es ist dann das Dialogfeld **NeuralTools – In Detailberichten anzuzeigende Spalten** zu sehen. Wählen Sie in diesem Dialogfeld die Option **Wahrscheinlichkeiten für alle Kategorien (für PNN)** zum Testen aus. Trainieren Sie anschließend ein PNN-Netz auf einen Datensatz ein, der mindestens 3 Kategorien in der abhängigen Variablen enthält (die Beispieldatei „Autokredite.xls“ kann hierfür verwendet werden). Zu diesem Zeck muss **Autom. testen** ausgewählt sein. In dem sich daraus ergebenden Detailbericht können Sie sehen, wie die Werte in der Spalte **Falsche %** sich auf die Wahrscheinlichkeiten beziehen, die den einzelnen möglichen Kategorien zugewiesen wurden. Falsche % bezieht sich auf die Summe der Wahrscheinlichkeiten für alle falschen Kategorien.

3) **Klassifizierungs-Matrix** – vergleicht die aktuellen mit den vorausgesagten Kategorien, und zwar von Kategorie zu Kategorie. Die Klassifizierungs-Matrix könnte z. B. zu erkennen geben, dass ein Netz, wie vorgesehen, irgendeine Krankheit in Patienten erkennt, aber die Tendenz hat, diese Krankheit fälschlicherweise mitunter auch für gesunde Patienten anzuzeigen.

4) **Histogramm der Wahrscheinlichkeit von falschen Kategorien** (nur bei PNN-Netzen verfügbar) – weitere Informationen über **Wahrscheinlichkeit von falschen Kategorien** finden Sie vorstehend unter **Mittlere falsche Wahrscheinlichkeit.**

Für die **Numerische Prognose** ist in den Hauptstatistiken und Diagrammen des Testübersichtsberichts folgendes zu finden:

1) **% schlechter Prognosen** – Eine Prognose wird als „schlecht“ angesehen, wenn sie nicht in die für den aktuellen Wert definierte Spanne fällt. Die Breite dieser Spanne wird durch die Einstellung für Gute/schlechte Toleranz (Test) im Dialogfeld **Anwendungseinstellungen** definiert.

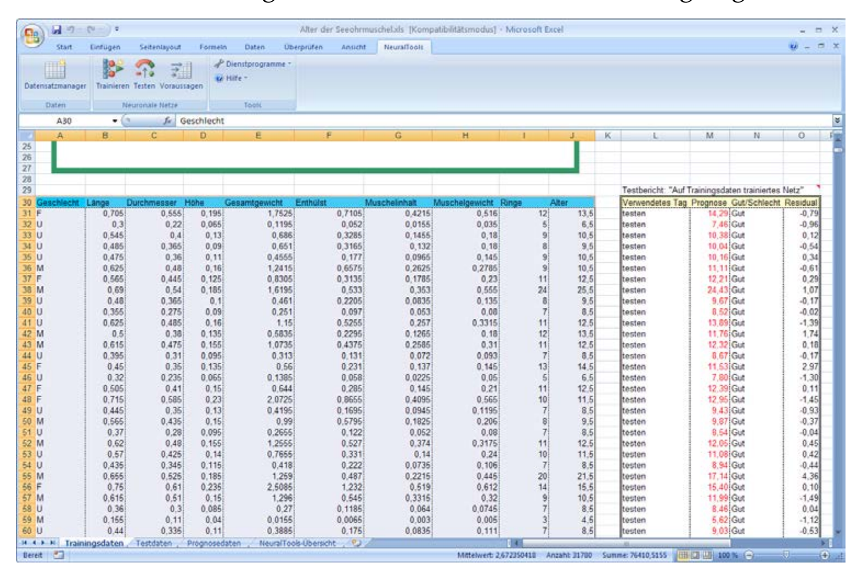
2) **Mittlerer quadratischer Fehler** – ein Messwert für die Abweichung von Prognosen vom aktuellen Wert (wird als Quadratwurzel der durchschnittlichen quadratischen Abweichung berechnet).

3) **Mittlerer absoluter Fehler** – durchschnittliche Abweichung von Prognosen von den aktuellen Werten.

4) **Histogramm der Residualwerte** – der Residualwert ist die Differenz zwischen dem aktuellen und dem vorausgesagten Wert.

5) Aus **Punktdiagrammen** geht die Beziehung zwischen aktuellen, vorausgesagten und Residualwerten hervor.

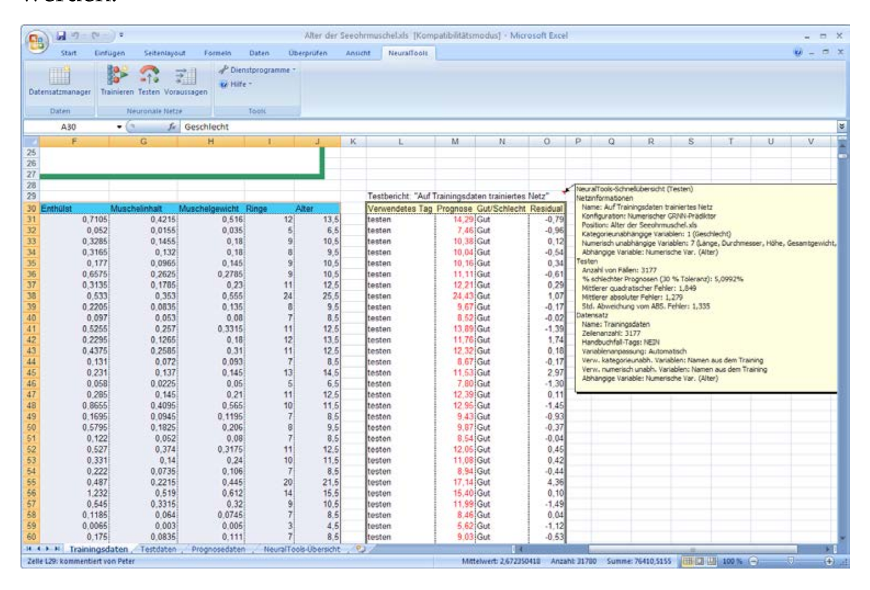
- **Detaillierter Testbericht.** Der Bericht wird neben dem Testdatensatz platziert du zeigt, wie gut das trainierte Netz die einzelnen Ausgabewerte im Testdatensatz vorausgesagt hat.



Im detaillierten Testbericht sind die Prognosen als **gut** oder **schlecht** markiert, und zwar auf Basis der im Dialogfeld **Anwendungseinstellungen** eingestellten Toleranzschwelle. Wenn Sie mehrere Tests ausführen, können in neuen Spalten rechts vom Testdatensatz entsprechende Detailberichte hinzugefügt werden, sodass Sie feststellen können, wie die Prognosen für die einzelnen Fälle sich ändern, wenn neu trainierte Netze getestet werden.

Schnellübersichten in Detailberichten

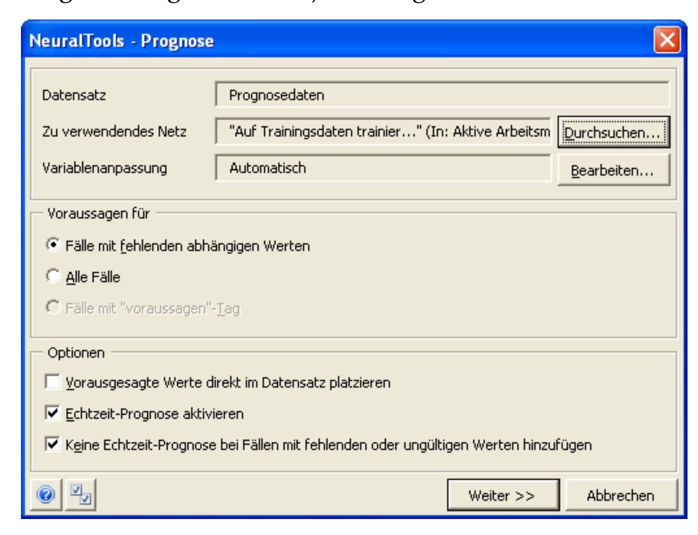
Beim Durchsehen eines Detailberichts kann in Excel über einen Popup-Kommentar schnell auf die Informationen im Übersichtsbericht zugegriffen werden. Um den Popup-Kommentar anzuzeigen, brauchen Sie mit der Maus nur über die Berichtsüberschrift gehen. **Hinweis** – Um die Popup-Kommentare anzeigen zu können, müssen diese in Excel über das Menü **Extras** und das Dialogfeld **Optionen** auf der Registerkarte **Ansicht** aktiviert werden.



Befehl Voraussagen

Legt die Einstellungen für das Voraussagen von Werten unter Verwendung eines trainierten neuronalen Netzwerks fest und führt die Prognose aus

Der Befehl **Voraussagen** ermöglicht Ihnen, 1) die für das Voraussagen von Werten mittels trainiertem neuronalem Netz zu verwendenden Einstellungen anzugeben und 2) die Prognose auszuführen.



Bei den vorauszusagenden Daten handelt es sich gewöhnlich um Fälle mit unbekannten abhängigen Variablen. Im Dialogfeld **Prognose** stehen folgende Optionen zur Verfügung:

- **Datensatz** – zeigt den Datensatz, der für die Prognose verwendet werden soll. Dieser Datensatz muss mithilfe des Datensatzmanagers definiert werden und muss sich auch im aktiven Arbeitsblatt befinden.

- **Zu verwendendes Netz** – gibt Namen und Speicherort für das für die Prognose zu verwendende neuronale Netz an. Neuronale Netzwerke können in einer Excel-Arbeitsmappe oder in einer Datei auf der Festplatte gespeichert werden. Klicken Sie auf **Durchsuchen...**, um den gezeigten Namen oder Speicherort zu ändern.

- **Variablenanpassung** – legt fest, wie die in dem die Prognosedaten enthaltenden Datensatz befindlichen Variablen den Variablen in dem Datensatz angepasst werden sollen, der zum Trainieren des Netzes verwendet wurde. Klicken Sie auf **Bearbeiten...**, um die Anpassung der Variablen zu ändern. Weitere Informationen über **Variablenanpassung** sind in diesem Kapitel unter dem Befehl **Testen** zu finden.

- **Voraussagen für** – wählt die Fälle aus, für die die Prognosen vorgesehen sind. In der Regel werden Fälle vorausgesagt, bei denen es um **fehlende abhängige Variablenwerte** geht, aber Sie können auch eine Prognose für **alle Fälle** vornehmen (selbst für solche, in denen der Wert der abhängigen Variable bekannt ist). Wenn sich eine Tag-Variable in dem Datensatz befindet, werden die Werte der abhängigen Variable nur für solche Fälle vorausgesagt, die mit dem Tag **voraussagen** markiert sind.

- **Optionen** – sind zum Einstellen von Optionen für den Speicherort des vorausgesagten Wertes und für die Echtzeit-Prognose da.

  1) **Vorausgesagte Werte direkt im Datensatz platzieren** – Durch diese Option wird festgelegt, dass die vorausgesagten Werte direkt am Speicherort der abhängigen Variable im Datensatz der einzelnen Prognosefälle und außerdem vielleicht auch im Detailbericht platziert werden sollen (sofern unter **Zu erstellende Berichte** in **Anwendungseinstellungen** die Option **Detailberichte** ausgewählt wurde). Hierdurch wird der aktuelle Inhalt der Zelle überschrieben. Bei dieser Option sollte man daher Vorsicht walten lassen. Sie können die vorausgesagten Werte im Datensatz durch die verschiedenen Farben erkennen.

  2) **Echtzeit-Prognose aktivieren** – legt fest, dass NeuralTools entsprechende Formeln in den Zellen platzieren soll, in denen die vorausgesagten abhängigen Variablen zu sehen sind. Durch diese Formeln kann NeuralTools die vorausgesagten Werte als Veränderung der unabhängigen Werte berechnen.

3) **Keine Echtzeit-Prognose bei Fällen mit fehlenden oder ungültigen Werten hinzufügen** – legt fest, dass keine Formel für Echtzeit-Zukunftsprognose hinzugefügt werden soll, wenn für den betreffenden Fall keine Werte für die Eingabevariable vorhanden sind. Wenn Eingabewerte fehlen, werden dadurch aus den Prognoseformeln fehlerhafte Werte zurückgegeben. Es könnte jedoch nützlich sein, NeuralTools trotz fehlender unabhängiger Werte zu erlauben, Formeln einzugeben, da dann sofort nach Einfüllen der fehlenden Werte, automatisch die Prognose angezeigt werden kann.

Echtzeit-Prognose

Die **Echtzeit-Prognose** stellt eine leistungsstarke Funktion in NeuralTools Industrial dar, die Ihnen ermöglicht, in Excel automatisch Prognosen vorzunehmen, ohne vorher erst einen speziellen Voraussage-Vorgang ausführen zu müssen. Mithilfe der Echtzeit-Prognose kann NeuralTools entsprechende Formeln in den Zellen platzieren, in denen die Werte der vorausgesagten abhängigen Variablen zu sehen sind. Für diese Formeln wird eine benutzerdefinierte NeuralTools-Funktion verwendet, um die vorausgesagten Werte zu berechnen, wie z. B. in

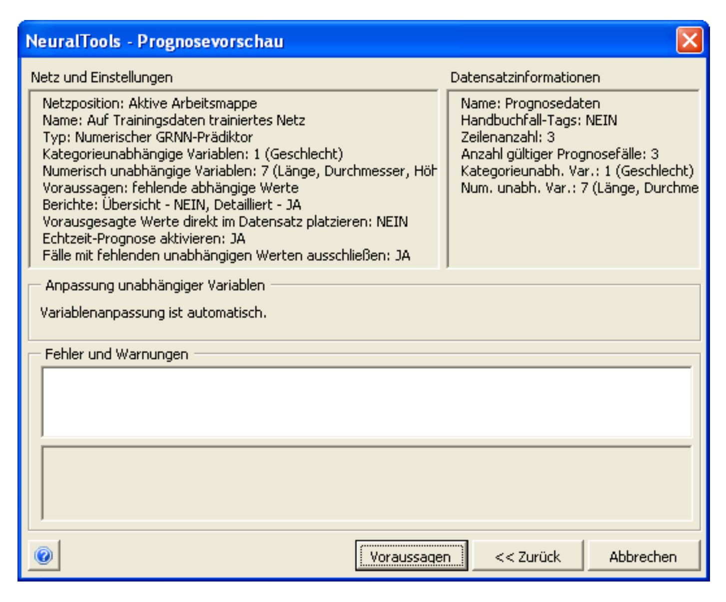
=NetOutputPrediction*(_PALDS_DG25B8C82B!$A$140; "DG25B8C82B"; "VG1DD83AF2"; 'Prognosedaten'!$A$6:$I$6; A7:I7)*

Die entsprechende Formel braucht nicht von Ihnen eingegeben werden, da sie durch NeuralTools automatisch Ihrem Arbeitsblatt hinzugefügt wird. Durch die Argumente kann NeuralTools feststellen, welches trainierte Netzwerk verwendet wird und auch, wo sich die unabhängigen Werte im Arbeitsblatt befinden. Wenn Werte für eine für den betreffenden Fall eingegebene Variable hinzugefügt oder geändert werden, gibt NeuralTools automatisch einen neuen vorausgesagten Wert zurück. Dadurch ist es einfach, für neue Fälle weitere Prognosen zu erstellen oder hinzuzufügen, und zwar unter Verwendung des bestehenden trainierten Netzes.

Hinweis: Falls die Prognose auf Zellwerten basiert, die sich wahrscheinlich nicht ändern werden, sollte die Option **Echtzeit-Zukunftsprognose** im Dialogfeld **Training** oder **Prognose** deaktiviert werden, da dadurch in Excel die Arbeitsmappe erheblich schneller neu berechnet werden kann.

Dialogfeld Prognosevorschau

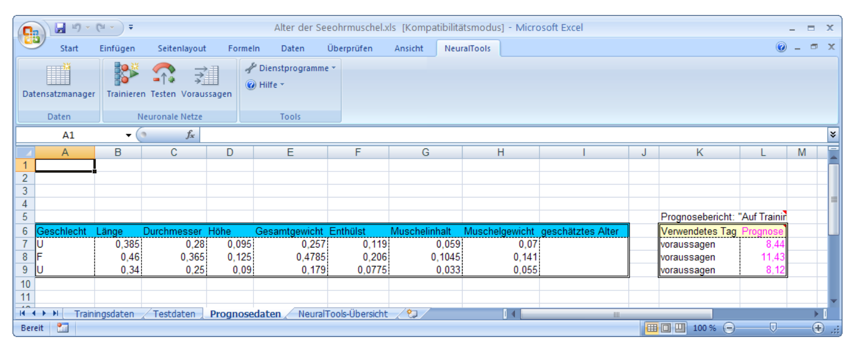
Im Dialogfeld **Prognosevorschau** ist der Prognoseaufbau für den ausgewählten Datensatz zu sehen, und zwar einschließlich irgendwelche in den Daten oder der Einstellungsprognose erkannten Fehlern. In diesem Dialogfeld sind alle Ihre ausgewählten und durch NeuralTools berichteten Prognosevorraussetzungen aufgeführt. Im Abschnitt **Fehler und Warnungen** werden irgendwelche Probleme beschrieben, die NeuralTools in Ihren Daten oder Einstellungen erkannt hat und die notfalls noch vor der Prognose berichtigt werden können.



Prognoseberichte

Nach der Prognose können Übersichts- und Detailberichte erstellt werden. Durch diese Berichte sind Einzelheiten über die Leistung des dem Testdatensatz entsprechend trainierten neuronalen Netzwerks zu sehen. Der aktuelle Inhalt der erstellten Berichte wird im Dialogfeld **Anwendungseinstellungen** angegeben, und zwar unter den Einstellungen für **Zu erstellende Berichte** und **Spalten in detaillierten Berichten.**

- **Detaillierter Prognosebericht.** Dieser Bericht wird neben dem Prognosedatensatz platziert. Er kann als Speicherort für Prognosen verwendet werden, wenn der Benutzer diese nicht innerhalb der abhängigen Variable im Datensatz selbst platzieren möchte. Falls die abhängige Variable Verlaufsdaten für bestimmte Fälle enthält, ist es vielleicht sicherer, diese Verlaufsfälle nicht mit den Netzprognosen zu kombinieren.



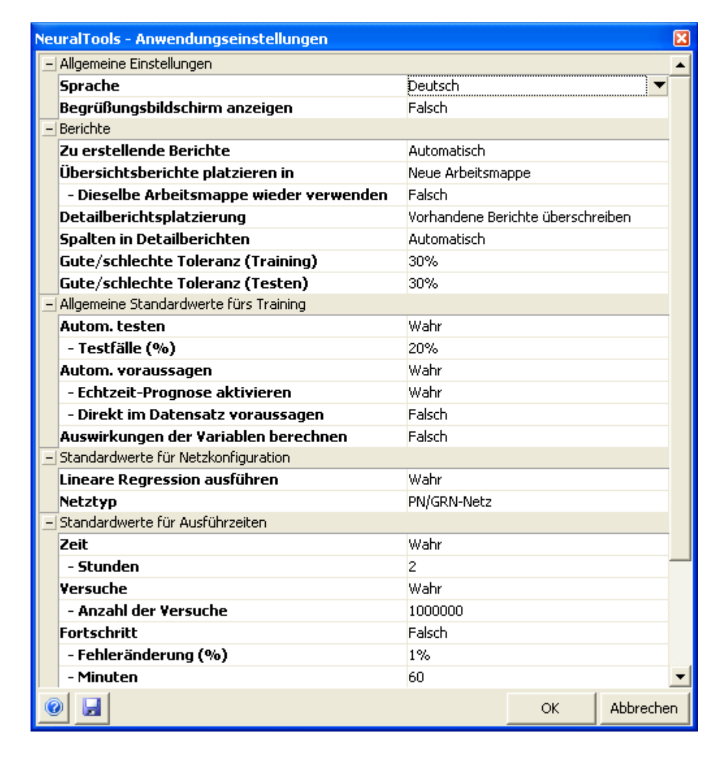
Wenn Sie mehrere Prognosen ausführen, können in neuen Spalten rechts vom Datensatz entsprechende Detailberichte hinzugefügt werden, sodass Sie feststellen können, wie die Prognosen für die einzelnen Fälle sich ändern, wenn neu trainierte Netze verwendet werden.

Dienstprogramme

Befehl Anwendungseinstellungen

Legt die Einstellungen für Trainings-, Test- und Prognoseberichte fest

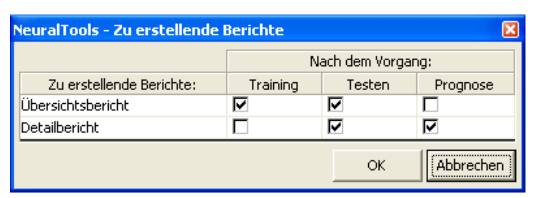
Der Befehl **Anwendungseinstellungen** ermöglicht Ihnen, genau auszuwählen, 1) welche Berichte für Training, Testen und Prognose zu erstellen sind, 2) welche Trainings-Standardwerte zu verwenden sind und 3) welche Standardwerte für Prognose und Ausführzeit benutzt werden sollten. Bei vielen der Anwendungseinstellungen handelt es sich um Standardwerte zur Verwendung in den Dialogfeldern **Training, Testen** und **Prognose**. In diesen Dialogfeldern sind weitere Informationen über die betreffenden Einstellungen zu finden. Andere Einstellungen werden nachstehend beschrieben.



Berichte

Für Berichte gibt es folgende Einstellungen:

- **Zu erstellende Berichte** – In NeuralTools kann durch jeden Vorgang ein Übersichts- und ein Detailbericht erstellt werden. In der Regel werden Sie jedoch den Standardbericht verwenden, da andere Berichte meistens nicht viel zum Verfahren beitragen. Bei der Prognose ist z. B. der Detailbericht der standardmäßig verwendete Bericht und ein Übersichtsbericht würde in diesem Fall nicht viel zu diesem Vorgang beitragen.

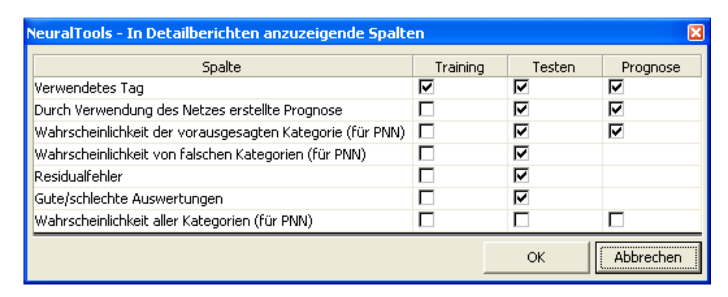


Übersichtsberichte werden auf dem zugehörigen Arbeitsblatt platziert, während Detailberichte sich in Spalten rechts vom Datensatz befinden, und zwar auf dem gleichen Arbeitsblatt wie der Datensatz.

- Folgende Option ist für **Übersichtsberichte platzieren in** vorhanden:
  - **Neue Arbeitsmappe** – um ein neues Arbeitsblatt für jeden Bericht zu erstellen. Sie können entweder dieselbe Arbeitsmappe für alle Ihre Berichte verwenden oder jeweils eine neue Arbeitsmappe erstellen.

- Für **Detailberichtsplatzierung** sind folgende Optionen verfügbar:
  - **Vorhandene Berichte überschreiben** – überschreibt die Datenspalten vorhergehender Detailberichte in einem Datensatz mit neuen Detailberichten (um einen Detailbericht manuell zu löschen, müssen Sie die Überschriften der Spalten, die diesen Bericht enthalten, durch Markieren auswählen und dann im Menü Bearbeiten auf Löschen klicken).
  - **Rechts vom Datensatz** – fügt neue Spalten rechts vom Datensatz ein, um dort die neuen Detailberichte zu platzieren.
  - **Rechts von vorhandenen Berichten** – verwendet die Spalten rechts vom Datensatz sowie vorhandene Berichte, um die neuen Detailberichte zu platzieren.

- **Spalten in Detailberichten.** Für jede ausgewählte Zeile wird rechts vom Datensatz im Detailbericht eine Spalte angezeigt, in de die Informationen für die einzelnen Fälle zu sehen sind.



Folgende Spalten können angezeigt werden:

1) **Verwendetes Tag** – Die Tags **Training**, **Testen** und **Prognose** sind für jeden Fall zu sehen, wenn er als Teil des Trainings- oder Testsatzes verwendet wurde oder wenn eine Prognose in einem bestimmten Fall gestellt wurde.

2) **Durech Verwendung des Netzes erstellte Prognose** – zeigt eine durch das Netz vorausgesagte Zahl oder Kategorie

3) **Wahrscheinlichkeit der vorausgesagten Kategorie (für PNN)** –Durch neuronale Wahrscheinlichkeitsnetze wird nicht nur eine unbekannte Kategorie vorausgesagt, sondern der Kategorie auch eine bestimmte Wahrscheinlichkeit zugewiesen. Diese Option ist nicht verfügbar, wenn die Kategorien mithilfe von mehrschichtigen Feedforward-Netzwerken vorausgesagt werden. Diese Option bezieht sich nicht auf numerische Prognosen.

4) **Wahrscheinlichkeit von falschen Kategorien (für PNN)** – Summe der Wahrscheinlichkeiten, die durch ein PNN-Netz den falschen Kategorien zugewiesen wurden. Wenn in irgendeinem Fall ein Netz beispielsweise 30 % Wahrscheinlichkeit der Farbe Rot, 20% der Farbe Gelb und 50% der Farbe Grün zuweist und wir aber wissen, dass die richtige Antwort Rot ist, dann ist der Wert in diesem Fall 20 % + 50 % = 70 %. Bei dieser Spalte handelt es sich somit um einen fallweisen Fehlermesswert für die Kategorieprognose. Dies entspricht der Spalte Residualfehler bei der numerischen Prognose.

5) **Residualfehler** – die Differenz zwischen aktuellem und vorausgesagtem Wert. Das bezieht sich nicht auf die Kategorieprognose.

6) **Gute/schlechte Auswertungen** – Bei der numerischen Prognose wird in dieser Spalte angezeigt, ob die Prognose für den betreffenden Fall auch in die für den Wert definierte Spanne fällt. Die Breite dieser Spanne wird Toleranz für gute/schlechte Bewertung genannt. Bei der Kategorieprognose ist in dieser Spalte nur zu sehen, ob die vorausgesagte Kategorie auch mit der wirklichen Kategorie übereinstimmt.

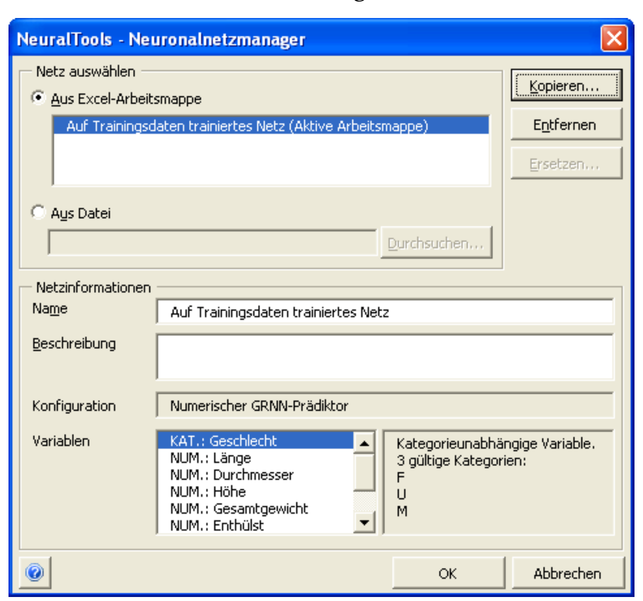
7) **Wahrscheinlichkeit für alle Kategorien (für PNN)** – Wenn diese Option ausgewählt und ein neuronales Wahrscheinlichkeitsnetz trainiert wird, erscheint jeweils eine Spalte für jede abhängige Kategorie. Wenn das Netz beispielsweise dazu verwendet wird, eine Farbe vorauszusagen, sind vielleicht die Spalten „% rot“, „% gelb“ und „% grün“ mit dem Prozentsatz der Wahrscheinlichkeit zu sehen, die jeder dieser Farben zugewiesen wurde.

- **Gute/schlechte Toleranz.** Wenn beim Testen und Training die numerische Prognose innerhalb des für den Wert der aktuellen abhängigen Variable eingegebenen Prozentsatzes liegt, wird die Prognose als **gut** angesehen.

Befehl Neuronalnetzmanager

Ermöglicht das Kopieren, Verschieben und Löschen von trainierten neuronalen Netzwerken

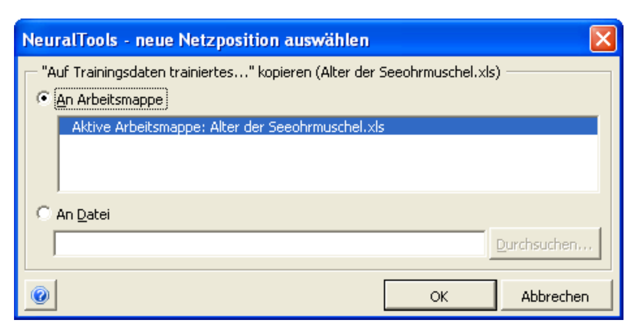
Über den Befehl **Neuronalnetzmanager** können Sie trainierte neuronale Netzwerke verwalten, indem Sie sie z. B. aus einer Arbeitsmappe oder Datei in eine andere verschieben oder den Netzen beschreibende Informationen hinzufügen.



Neuronale Netzwerke können in einer Excel-Arbeitsmappe oder in einer Datei auf der Festplatte gespeichert werden. In einer Excel-Arbeitsmappe können beliebig viele Netzwerke platziert werden. Mithilfe des Neuronalnetzmanagers können Sie Netze in neue Arbeitsmappen oder Dateien ziehen bzw. die Netze löschen oder ersetzen. Dadurch sind Sie in der Lage, mühelos Datensätze in anderen Arbeitsmappen zu analysieren, und zwar durch Verwendung von bereits bestehenden trainierten Netzwerken. Die Arbeitsmappe mit den Trainingsdaten braucht dabei nicht vorliegen.

Im Neuronalnetzmanager sind folgende Optionen verfügbar:

- **Kopieren** – kopiert ein trainiertes neuronales Netzwerk an einen anderen Speicherort. Sie brauchen zu diesem Zweck nur die Arbeitsmappe oder Datei auswählen, in der das Netzwerk platziert werden soll.



- **Entfernen** – löscht das betreffende trainierte neuronale Netzwerk.

- **Ersetzen** – überschreibt ein trainiertes neuronales Netzwerk durch ein neues Netzwerk. Diese Funktion ist bei Netzen verfügbar, die für Echtzeit-Prognose verwendet werden. Nach dem Ersetzen werden Echtzeit-Prognosen, die vorher mithilfe des alten Netzes vorgenommen wurden, unter Verwendung des neuen Netzen ausgeführt. Dies bezieht sich jedoch nicht auf Detailberichte. Wenn ein Detailbericht Zellen mit Echtzeit-Prognosen enthält, in denen das zu ersetzende Netz verwendet wird, enthalten diese Zellen nach dem Überschreiben des Netzes weiterhin die alten Werte.

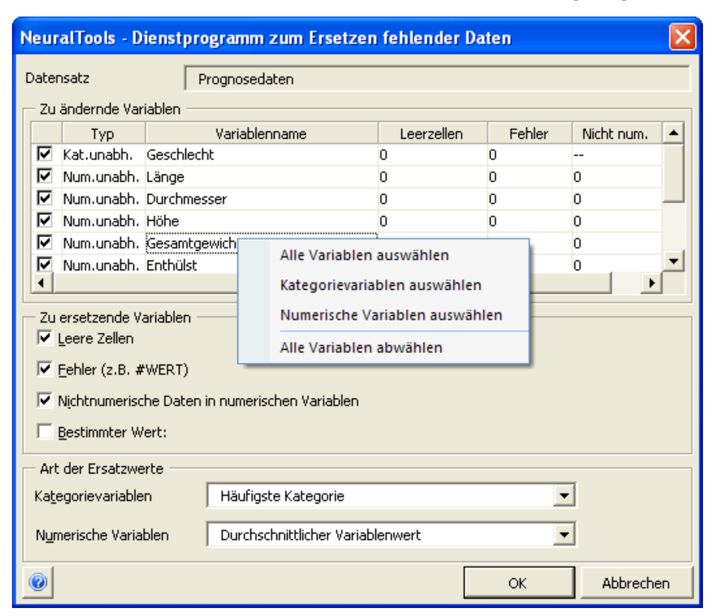
- **Netzinformationen** – ermöglicht Ihnen, einem Netzwerk beschreibende Informationen hinzuzufügen. Dadurch ist es einfacher, das trainierte Netzwerk und auch die dazu verwendeten Bedingungen zu identifizieren.

Befehl Dienstprogramm zum Ersetzen fehlender Daten

Macht es möglich, in einem Datensatz fehlende Daten und fehlerhafte Werte durch künstliche Werte zu ersetzen

Dieser Befehl gibt Ihnen die Möglichkeit, in einem Datensatz die fehlenden oder nicht erwünschten Daten durch künstliche Werte zu ersetzen. Fehlende Variablenwerte werden in NeuralTools während des Training, des Testens und der Prognose nicht berücksichtigt. Es ist daher häufig angebracht, solche Variablen vor der Verarbeitung zu berichtigen.

Im Dialogfeld **Trainings-Vorschau** ist ein Warnhinweis zu sehen, wenn in einem Datensatz gewisse Werte fehlen. Wenn dieser Warnhinweis erscheint, kann das Problem über den Befehl **Dienstprogramm zum Ersetzen fehlender Daten** beigelegt werden.



Im Dialogfeld **Dienstprogramm zum Ersetzen fehlender Daten** sind folgende Optionen verfügbar:

- **Zu ändernde Variablen** – listet die Variablen auf, die im aktuellen Arbeitsblatt im Datensatz verwendet werden, und zeigt die Anzahl der fehlenden, fehlerhaften und (bei numerischen Variablen) nichtnumerischen Daten. Durch Aktivieren des Kontrollkästchens einer Variable wird diese ausgewählt, damit darin fehlende oder andere nicht erwünschte Daten ersetzt werden können.

  In dieser Variablenliste ist durch Klicken mit der rechten Maustaste ein Kontextmenü verfügbar, in dem Variablengruppen ausgewählt und auch abgewählt werden können.

- **Zu ersetzende Variablen** – wählt unter den ausgewählten Variablen die Wertetypen aus, die ersetzt werden sollen. **Bestimmter Wert** – ermöglicht das Ersetzen aller Instanzen eines bestimmten Variablenwertes durch einen neuen Wert.

- **Art der Ersatzwerte** – legt fest, welche Werte als Ersatz für fehlende oder nicht erwünschte Daten im Datensatz platziert werden sollen. Für numerische Variablen und Variablen vom Typ **Kategorie** müssen unterschiedliche Werte angegeben werden.

  Optionen für **Kategorievariablen**:

  - **Häufigste oder seltenste Kategorie** – zeigt den Kategorienwert, der am häufigsten oder seltensten bei den Fällen im Datensatz vorkommt

  - **Benachbarte Kategorie** – zeigt den Kategorienwert, der in dem Datensatz auftritt, der sich neben dem Fall mit dem fehlenden Wert befindet

  - **Zufallskategorie** – zeigt den Kategorienwert, der zufällig aus den im Datensatz befindlichen Werten gewählt wurde

  - **Spezielle Kategorie** – stellt alle fehlenden oder unerwünschten Werte auf einen bestimmten Wert ein

Optionen für **Numerische Variablen**:

- **Durchschnittlicher Variablenwert** – zeigt den durchschnittlichen Wert für die Variable bei allen Fällen in dem Datensatz
- **Mittlerer Variablenwert** – zeigt den mittleren Wert für die Variable bei allen Fällen in dem Datensatz
- **Interpolation aus angrenzenden Werten** – zeigt den Wert, der in den Fällen durch Interpolation zwischen den Variablenwerten in dem Datensatz berechnet wurde, der sich neben dem Fall mit dem fehlenden Wert befindet
- **Zufallswert (zwischen Min. und Max.)** – zeigt einen Zufallswert, der für alle Fälle im Datensatz zwischen dem variablen Minimum und Maximum gewählt wurde

Bei beiden Variablentypen werden durch **Zellen löschen** die für die Variable ausgewählten Werte gelöscht.

Weitere Informationen über fehlende Werte

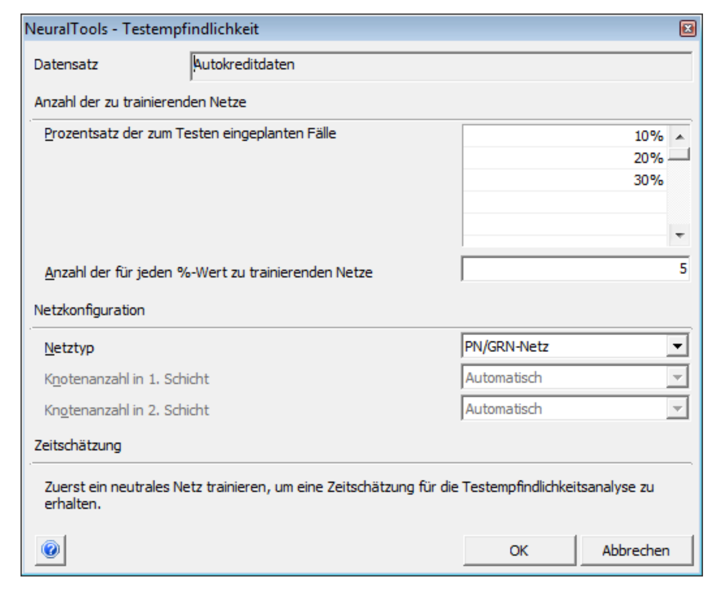
Das Dialogfeld **Dienstprogramm zum Ersetzen fehlender Daten** stellt eine der möglichen Methoden zur Beseitigung von fehlenden Daten dar. Über dieses Dialogfeld können künstliche Daten für fehlende Daten eingefüllt werden. Es ist möglicherweise oft besser, Zellen, in denen Daten fehlen, einfach leer zu lassen, sodass NeuralTools dann solche Fälle mit fehlenden Daten überhaupt nicht berücksichtigt. Hinweis: NeuralTools betrachtet besondere Symbole, wie z. B. **„?“** nicht als fehlende Daten. Fragezeichen müssen gelöscht werden und das kann durch das **Dienstprogramm zum Ersetzen fehlender Daten** erreicht werden. Sie brauchen zu diesem Zweck unter **Zu ersetzende Werte** nur **Bestimmter Wert** und unter **Art der Ersatzwerte** die Option **Zellen löschen** wählen.

Es ist evtl. auch möglich, NeuralTools zu verwenden, um fehlende Werte in einer unabhängigen Variable vorauszusagen, und zwar auf Basis von anderen unabhängigen Variablen, die nur wenige oder überhaupt keine fehlenden Daten haben. Aus den Testergebnissen geht hervor, um ein zum Voraussagen von fehlenden Werten trainiertes Netz auch zuverlässig ist.

Befehl Testempfindlichkeit

Durch diesen Befehl kann festgestellt werden, ob die Testergebnisse auch bei zufälligen Auswahlen von Testfällen stets beständig und stabil sind

Durch die Testempfindlichkeitsanalyse kann sichergestellt werden, dass die guten Testergebnisse nicht nur ein Glücksfall waren. Die Testwerte können von einer Sitzung zur anderen unterschiedlich sein, sofern die Untergruppe von zu verwendenden Testfällen auf Zufallsauswahl beruht. Je kleiner der Datensatz, desto größer die Möglichkeit einer Abweichung. Bei einem kleinen Datensatz sind daher die Testergebnisse aus nur einer Training-Sitzung vielleicht nicht sehr zuverlässig. Durch die Testempfindlichkeitsanalyse kann festgestellt werden, ob die Ergebnisse auch bei unterschiedlichen Zufallsauswahlen von Testfällen stets beständig und stabil sind. Mittels Testempfindlichkeitsanalyse kann auch entschieden werden, welcher Prozentsatz an Testfällen verwendet werden sollte.



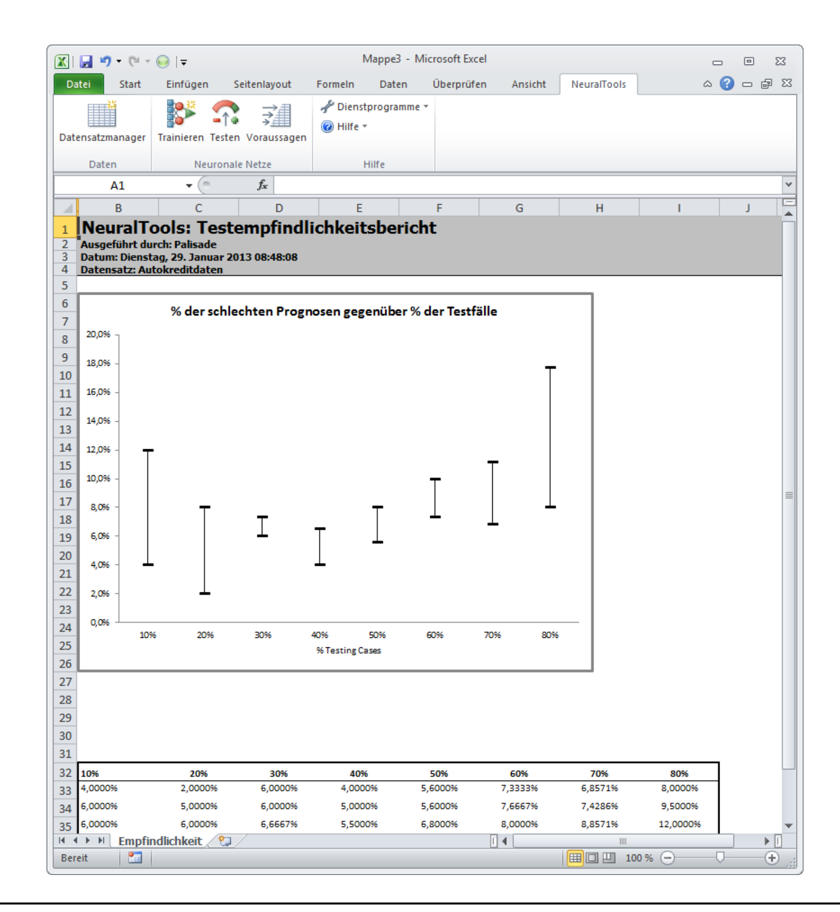
Das Dialogfeld **Testempfindlichkeit** gibt Ihnen folgende Optionen:

- **Prozentsatz der zum Testen eingeplanten Fälle** – zum Eingeben von mehreren Prozentwerten. Jeder Wert wird in die Analyse mit einbezogen, indem der angegebene Prozentsatz an Testfällen während mehrerer Training-Sitzungen berücksichtigt wird.

- **Anzahl der für jeden %-Wert zu trainierenden Netze** – dies ist die Anzahl der Training-Sitzungen für jeden vorstehend genannten Prozentwert.
- **Netzkonfigurationseinstellungen** – die verschiedenen in die Analyse mit einbezogenen Training-Sitzungen haben alle die gleiche Netzkonfiguration. Einzelheiten über das genaue Angeben der Netzkonfiguration sind in der Dokumentation für das Dialogfeld **Training** zu finden.

Ganz unten im Dialogfeld ist angegeben, wie lange die Analyse ungefähr dauern wird. Diese Angabe basiert evtl. auf der beendeten Training-Sitzung oder auf den im Dialogfeld **Training** angegebenen Ausführungszeiteinstellungen.

Durch die Analyse wird ein Bericht erstellt, aus dem die Bereiche zwischen Minimal- und Maximalwerten des Tests hervorgehen, die in den verschiedenen Training-Sitzungen erfasst wurden.



10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%
4,0000%	2,0000%	6,0000%	4,0000%	5,6000%	7,3333%	6,8571%	8,0000%
6,0000%	5,0000%	6,0000%	5,0000%	5,6000%	7,6667%	7,4286%	9,5000%
6,0000%	6,0000%	6,6667%	5,5000%	6,8000%	8,0000%	8,8571%	12,0000%

Weitere Info über neuronale Netzwerke

Grundlagen des neuronalen Netzwerks

Ein neuronales Netzwerk ist ein System, das Berechnungen an numerischen Eingaben vornimmt und dann einen oder mehrere Zahlenwerte ausgibt. Wenn ein neuronales Netz auf eine bestimmte Anwendung abgerichtet ist, wird es wahrscheinlich korrekte Werte für die betreffenden Eingaben ausgeben. Die Eingaben in einem Netz könnten beispielsweise einige mühelos messbare Eigenschaften eines Seeohrs (d.h. einer Abalone-Muschel) darstellen, wie z. B. Länge, Durchmesser und Gewicht. Die im Netz vorgenommenen Berechnungen würden dann eine Zahl ergeben, die ungefähr dem Alter der Muschel entspricht (das genaue Alter einer solchen Muschel ist nicht so leicht zu ermitteln).

Die Inspirationsquelle für das neuronale Netz ist in der Tat die Struktur des menschlichen Gehirns. Das Gehirn besteht aus einer großen Anzahl von Zellen, die Neuronen genannt werden. Ein Neuron erhält Impulse von anderen Neuronen über eine Reihe von Dendriten. Je nach erhaltenden Impulsen, kann ein Neuron ein Signal an andere Neuronen senden, und zwar über ein Neuraxon, das die Verbindung zu den Dendriten der anderen Neuronen herstellt. Genau wie beim Gehirn, besteht das künstliche neuronale Netz aus Elementen, die jeweils eine Anzahl von Impulsen erhalten. Daraus ergibt sich eine Ausgabe, die eine verhältnismäßig einfache Funktion der Eingaben darstellt.

Neuronale Netze gegenüber statistischen Methoden

Neuronale Netze stellen eine Alternative zu den herkömmlicheren statistischen Methoden dar. Genau wie die lineare Regression, werden diese Netze zur Funktionsannäherung verwendet. Und genau wie die Diskriminanzanalyse und die logistische Regression, werden sie auch zur Klassifizierung verwendet. Neuronale Netze haben den Vorteil, dass durch sie äußerst komplexe Funktionen modelliert werden können, was bei den herkömmlichen linearen Techniken (d.h. bei der linearen Regression und der linearen Diskriminanzanalyse) nicht der Fall ist. Die Techniken zum Optimieren von linearen Modellen waren gut bekannt, bevor die künstlichen neuronalen Netze in der Mitte des 20. Jahrhunderts entwickelt wurden. Diese Entwicklung nahm viele Jahre in Anspruch, bis schließlich ausreichend wirksame Algorithmen für das Training von neuronalen Netzen verfügbar waren. Heutzutage können wir jedoch mit vielen hoch entwickelten Algorithmen für das Training von neuronalen Netzen arbeiten, wodurch diese Netze zu einer attraktiven Alternative zu den herkömmlicheren Methoden geworden sind.

Struktur eines neuronalen Netzes

Die Struktur eines neuronalen Netzes besteht aus verbundenen Einheiten, die **Knoten** oder **Neuronen** genannt werden. Die einzelnen Neuronen führen jeweils einen Teil der Berechnungen innerhalb des Netzes aus: Jedes Neuron nimmt eine relativ einfache Berechnung einiger Eingaben vor und ergibt dann eine Ausgabe. Der Ausgabewert eines Neurons wird dann als eine der Eingaben für ein anderes Neuron weitergegeben, sofern es sich nicht um Neuronen handelt, die die endgültigen Ausgabewerte für das gesamte System generieren.

Neuronen sind in **Schichten** angeordnet. Die zur Eingabeschicht gehörenden Neuronen erhalten die Eingaben für die Berechnungen, wie z. B. Länge, Durchmesser und Gewicht einer Abalone-Muschel. Diese Werte werden dann an Neuronen in der ersten ausgeblendeten Schicht weitergegeben, die dann Berechnungen an diesen Eingaben vornehmen und die entsprechenden Ausgaben an die nächste Schicht weitergeben. Diese nächste Schicht (falls vorhanden) könnte ebenfalls ausgeblendet sein. Die Ausgaben der Neuronen in der letzten ausgeblendeten Schicht werden an das Neuron oder die Neuronen weitergeleitet, die die endgültigen Ausgaben für das Netz generieren. Daraus geht dann z. B. das Alter der Abalone-Muschel hervor.

Numerische und Katagorieprognosen

Wenn neuronale Netze dazu verwendet werden, Zahlenwerte vorauszusagen, haben sie meistens nur eine Ausgabe. Einzelausgabenetze sind zuverlässiger als Netze mit mehreren Ausgaben. Auch kann fast jedes beliebige Prognoseproblem durch Netze mit Einzelausgabe gelöst werden. Anstatt nur ein Netzwerk zu konstruieren, um das Umsatzvolumen und den Kurs einer Aktie am folgenden Tag vorauszusagen, ist es besser, ein Netz für Kursprognosen und ein Netz für Umsatzprognosen zu erstellen. Andererseits haben neuronale Netze aber mehrere Ausgaben, wenn sie für die Klassifizierung-/Kategorieprognose verwendet werden. Angenommen, Sie möchten voraussagen, ob der Kurs einer Aktie am folgenden Tag „mehr als 1 % steigt", „mehr als 1 % fällt" oder sich „nicht mehr als 1% verändert". In diesem Fall wird das Netz drei numerische Ausgaben haben und aus der höchsten Ausgabe geht hervor, welche Kategorie durch das Netz ausgewählt wurde.

Trainieren eines Netzes

Beim Training eines Netzes handelt es sich um einen Prozess, durch den die Berechnungsparameter fein eingestellt werden. Dadurch soll erreicht werden, dass das Netz Wert ausgibt, die möglichst genau den betreffenden Eingaben entsprechen. Dieser Prozess wird einerseits durch Trainingsdaten und andererseits durch den Trainings-Algorithmus gesteuert. Durch den Trainings-Algorithmus werden verschiedene Sätze von Berechnungsparametern ausgewählt und wird dann jeder Satz entsprechend ausgewertet, indem das Netz auf die einzelnen Trainingsfälle angewendet wird, um festzustellen, wie gut die durch das Netz gegebenen Antworten oder Lösungen sind. Jeder Parametersatz wird als „Versuch" bezeichnet. Der Trainings-Algorithmus wählt jeweils neue Parametersätze aus, und zwar immer auf Basis der Ergebnisse aus den vorhergehenden Versuchen.

Computerverarbeitung von neuronalen Netzen

Ein neuronales Netz ist ein Berechnungsmodell, das in verschiedene Typen von Computerhardware implementiert werden kann. Beispielsweise könnte ein neuronales Netz aus kleinen Verarbeitungselementen erstellt werden, die jeweils die Arbeit eines einzelnen Neurons ausführen. Neuronale Netze werden gewöhnlich auf einem Computer implementiert, der mit nur einem leistungsstarken Prozessor ausgestattet ist, wie das bei den meisten Computern heutzutage der Fall ist. Bei dieser Art von Computer verwendet NeuralTools den vorhandenen Prozessor, um die Berechnungen der einzelnen Neuronen auszuführen. In diesem Fall ist ein Neuron einfach Teil der Berechnungen, die für eine Prognose erforderlich sind, und kein physikalisches Verarbeitungselement.

Arten von neuronalen Netzwerken

Es gibt verschiedene Arten von neuronalen Netzwerken, die sich in Struktur, Berechnungsweise in den Neuronen und auch in den Trainings-Algorithmen unterscheiden. Eines der in NeuralTools verfügbaren Netze ist das **mehrschichtige Feedforward-Netzwerk (MLF)**. Bei diesen MLF-Netzen kann der Benutzer von NeuralTools angeben, ob eine oder zwei Schichten von verdeckten oder ausgeblendeten Neuronen vorhanden sein und wie viele Neuronen diese Schichten enthalten sollen (NeuralTools kann dabei behilflich sein, die passenden Auswahlen zu treffen – siehe Abschnitt über MLF-Netze). **Verallgemeinerte neuronale Regressions (GRN)-Netze** und **neuronale Wahrscheinlichkeits (PN)-Netze** sind ebenfalls in NeuralTools verfügbar. Diese beiden Arten stehen in enger Beziehung zueinander. Das GRN-Netz wird für numerische Prognosen und das PN-Netz für Kategorieprognose/Klassifizierung verwendet. Bei diesen Netzen braucht der Benutzer keine Entscheidungen über die Netzstruktur zu treffen. GRN- und PN-Netze sind immer mit zwei ausgeblendeten Neuronenschichten versehen. Die erste Schicht enthält ein Neuron pro Trainingsfall und die Größe der zweiten Schicht hängt von gewissen Gegebenheiten in Bezug auf die Trainingsdaten ab.

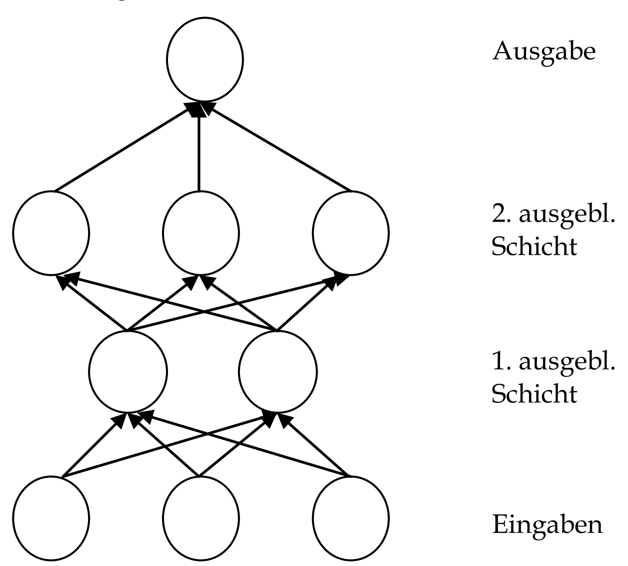
In den noch verbleibenden Abschnitten dieses Kapitels werden die in NeuralTools verfügbaren neuronalen Netzwerke detaillierter beschrieben.

Mehrschichtige Feedforward-Netze

Bei mehrschichtigen Feedforward-Netzwerken (die auch „mehrschichtige Wahrnehmungsnetzwerke“ genannt werden) handelt es sich um Systeme, die in der Lage sind, komplexe Funktionen zu approximieren und somit komplizierte Beziehungen zwischen unabhängigen Variablen und einer abhängigen Variablen modellieren können.

MLF-Architektur

Das nachstehende Diagramm zeigt ein MLF-Netz für numerische Prognose, und zwar unter Verwendung von drei numerisch unabhängigen Variablen. Das Netz wurde für 2 Neuronen/Knoten in der ersten und 3 Neuronen/Knoten in der zweiten ausgeblendeten Schicht konfiguriert.



Das Verhalten des Netzes wird bestimmt durch:

- die Topologie des Netzes (d.h. durch die Anzahl der ausgeblendeten Schichten und die Anzahl der Knoten in diesen Schichten)
- die Bewertungsfaktoren für die Verbindungen (jeder Verbindung ist ein Parameter zugewiesen) und die Beeinflussungsbedingungen (jedem Neuron ist ein Parameter zugewiesen)

- die Aktivierungs-/Übertragungsfunktion, die dazu verwendet wird, die Eingaben in jedes Neuron in die entsprechende Ausgabe zu konvertieren

Insbesondere wird ein ausgeblendetes Neuron mit *n* Eingaben zuerst folgende gewichtete Summe der Eingaben berechnen:

$Sum = in_0 * w_0 + in_1 * w_1 + ... + in_n * w_n + bias$

wobei es sich bei in_0 bis in_n um Ausgaben von Neuronen in der vorherigen Schicht und bei w_0 bis w_n um Verbindungsbewertungsfaktoren handelt. Jedes Neuron hat seinen eigenen Beeinflussungswert. Anschließend wird die Aktivierungsfunktion auf *Sum* angewendet, um die Ausgabe des Neurons zu erzeugen.

In Neuronen, die sich in ausgeblendeten Schichten befinden, wird eine S-förmige Funktion als Aktivierungsfunktion verwendet. Genauer genommen, wird in NeuralTools die hyperbolische Tangentenfunktion verwendet. In NeuralTools verwendet das Ausgabeneuron die Einheit als Aktivierungsfunktion. Mit anderen Worten, das Ausgabeneuron gibt einfach die gewichtete Summe seiner Eingaben zurück. Neuronale Netze werden mitunter mit sigmoidalen Aktivierungsfunktionen in den Ausgabeneuronen konstruiert. Das ist jedoch für ein neuronales Netz nicht erforderlich, um komplexe Funktionen approximieren zu können. Außerdem haben sigmoidale Funktionen einen begrenzten Ausgabebereich (-1 bis 1 für die hyperbolische Tangentenfunktion) und typischerweise sind auch außerhalb des Bereichs abhängige Werte zu finden. Wenn daher eine sigmoidale Funktion im Ausgabeneuron verwendet wird, ist vor Weitergabe von Trainingsdaten an das Netz ein zusätzliches Transformieren der Ausgabewerte erforderlich.

Bei Verwendung von MLF-Netzen zur Klassifizierung haben diese Netze mehrere Ausgabeneuronen, von denen jeweils ein Neuron den einzelnen möglichen abhängigen Kategorien entspricht. Ein Fall wird in einem Netz dadurch klassifiziert, dass die numerischen Ausgaben berechnet werden. Es wird dann die Kategorie ausgewählt, die dem Neuron entspricht, das den höchsten Ausgabewert ergibt.

Training eines MLF-Netzes

Ein MLF-Netz wird dadurch trainiert, dass nach einem Satz von Verbindungsbewertungsfaktoren und Beeinflussungswerten gesucht wird, durch die das Netz in der Lage ist, generell die richtigen Antworten zu geben, wenn neue Fälle vorgebracht werden (zur Vereinfachung werden in der nachstehenden Darstellung die Beeinflussungswerte ausgelassen). Das Training beginnt damit, dass ein ganz zufällig gewählter Satz von Verbindungsbewertungsfaktoren zugewiesen wird. Es wird dann eine Zukunftsprognose für jeden Trainingsfall vorgenommen (indem unabhängige Werte eingegeben werden, um die Ausgabe zu erhalten). Diese Ausgabe wird sich wahrscheinlich vom bekannten abhängigen Wert unterscheiden. Für jeden Trainingswert haben wir daher einen Fehlerwert. Aus diesen Fehlerwerten errechnen wir einen Fehlermesswert für den gesamten Trainingssatz. Daraus ergibt sich, wie gut das Netz bei Verwendung der anfänglichen Bewertungsfaktoren funktioniert.

Das Netz wird wahrscheinlich bei der anfänglichen rein zufälligen Zuweisung von Bewertungsfaktoren nicht sehr erfolgreich sein. Wir gehen daher zu weiteren Versuchen mit anderen Zuweisungen von Bewertungsfaktoren über. Diese Zuweisungen von Bewertungsfaktoren sind jetzt jedoch nicht mehr rein zufällig, sondern werden durch unseren Trainings-Algorithmus festgelegt, d.h. durch die Methode zur Auswahl von Verbindungsbewertungsfaktoren auf Basis de Ergebnisse aus den vorherigen Versuchen. Wir haben es hier mit einem Optimierungsproblem zu tun: Wir möchten den Fehlermesswert durch Änderung der Verbindungsbewertungsfaktoren minimieren.

Verlaufshintergrund

Der erste erfolgreiche Algorithmus für das Training von Verbindungsbewertungsfaktoren in MLF-Netzen war die „Fehlerfortpflanzung“. Wissenschaftler bevorzugen jetzt aber andere Algorithmen, die schneller sind und wahrscheinlich sicherer das globale Optimum finden. In NeuralTools wird das **Konjugierte-Gradienten-Verfahren** verwendet, das zur Kategorie der zweitrangigen Optimierungsmethoden gehört. Diese „deterministischen“ Optimierungsmethoden sind dazu da, nach dem lokalen Minimum einer Funktion zu suchen, indem sie auf wirkungsvolle Weise dem Neigungsgrad der Fehlerfunktion folgen. Um das Risiko zu verringern, anstelle des globalen das lokale Minimum zu finden, wird in NeuralTools die „deterministische“ mit der „stochastischen“ Optimierungsmethode kombiniert. Genauer genommen, wird die „simulierte Abkühlung“ (Simulated Annealing) zusammen mit dem „Konjugierte-Gradienten-Verfahren“ (Conjugate Gradient Descent Method) verwendet. Durch den Algorithmus wird entschieden, welche Methode an einer bestimmten Stelle verwendet wird, und zwar auf Basis der Ergebnisse aus den vorhergehenden Versuchen. Weitere Informationen über „Conjugate Gradient Descent“ sind unter Bishop (1995) und Masters (1995) zu finden. Masters (1995) enthält auch weitere Informationen über „Simulated Annealing“.

Fehlermesswerte

Beim Fehlermesswert, der zum Training von numerischen Prognosenetzen verwendet wird, handelt es sich um den mittleren quadratischen Fehler aller Trainingsfälle. Mit anderen Worten, dies ist die mittlere quadratische Differenz zwischen der korrekten und der durchs Netz erhaltenden Antwort. Bei der Klassifikation haben wir mehr als eine Ausgabe für jeden Trainingsfall (d.h. jeweils eine Ausgabe pro abhängiger Kategorie). Wir berechnen den mittleren quadratischen Fehler aller Trainingsfallausgaben, indem wir auf die gewünschten Ausgabewerte verweisen. Für jeden Trainingsfall sollte der Ausgabewert möglichst dicht am Wert 1 liegen, und zwar jeweils für die der korrekten Kategorie entsprechende Ausgabe. Die übrigen Ausgabewerte sollten dicht an 0 liegen.

Trainingszeit

Der MLF-Trainings-Algorithmus von NeuralTools startet automatisch viele Male neu, und zwar jedesmal mit unterschiedlichen anfänglichen Startfaktoren. Mit anderen Worten, je länger ein Netz trainiert wird, desto besser. Je öfter dem Netz ermöglicht wird, sich erneut zu starten, desto wahrscheinlicher ist es, dass das globale Minimum der Fehlerfunktion gefunden wird.

Topologieauswahl

Durch Auswahl der Anzahl an Schichten und Neuronen in den Schichten wird bestimmt, ob das Netz in der Lage ist, die Beziehung zwischen den unabhängigen und den abhängigen Variablen herauszufinden. Normalerweise ist eine ausgeblendete Schicht nebst zwei Neuronen nicht ausreichend, um ein zufrieden stellendes Fehlererkennungs-Niveau zu erreichen. Um die Anzahl an Schichten und Neuronen zu erhöhen, ist jedoch ein Preis zu zahlen, der oft nicht der Mühe wert ist. Eine einzige ausgeblendete Schicht ist für die meisten Probleme ausreichend. Die Verwendung von zwei Schichten verursacht oft unnötig lange Trainingszeiten. Auch sind einige wenige Neuronen in einer einzigen ausgeblendeten Schicht meistens ausreichend.

Durch NeuralTools kann die Netztopologie auf Basis von Trainingsdaten automatisch konfiguriert werden. Die Option **Bestes Netz suchen** bietet jedoch eine zuverlässigere Methode. Bei **Bestes Netz suchen** wird eine Reihe von Einzelschicht-Netzen mit unterschiedlich vielen Neuronen trainiert. Standardmäßig handelt es sich dabei um fünf MLF-Netze mit 2 bis 6 ausgeblendeten Neuronen. Falls genügend Zeit verfügbar ist, können mehr Neuronen verwendet werden, aber es ist zu empfehlen, mit einem 2-Neuronen-Netz zu beginnen, um ein „Übertrainieren“ zu vermeiden.

***Vermeidung des* Übertrainierens**

Der Ausdruck „Übertrainieren“ bezieht sich auf eine Situation, in der das Netz nicht nur die allgemeine Sachlage der Beziehung zwischen den unabhängigen und den abhängigen Variablen erkennt, sondern auch Fakten über Trainingsfälle, die nicht allgemeine Anwendung finden können. Mit anderen Worten, solche Fakten treffen nicht auf Fälle zu, die nicht in dieses Training einbezogen sind. Um auf dieses Problem einzugehen, wird der Testsatz mitunter in den „Während des Trainings“-Satz und den ordnungsgemäßen Testsatz unterteilt, der dann nach dem Training verwendet wird. Während des Trainings wird der Fehler im „Während des Trainings“-Satz dann periodisch neu berechnet. Wenn dieser Fehler sich allmählich erhöht, ist daraus zu erkennen, dass das Netz allmählich übertrainiert wird. Das Training wird daraufhin angehalten.

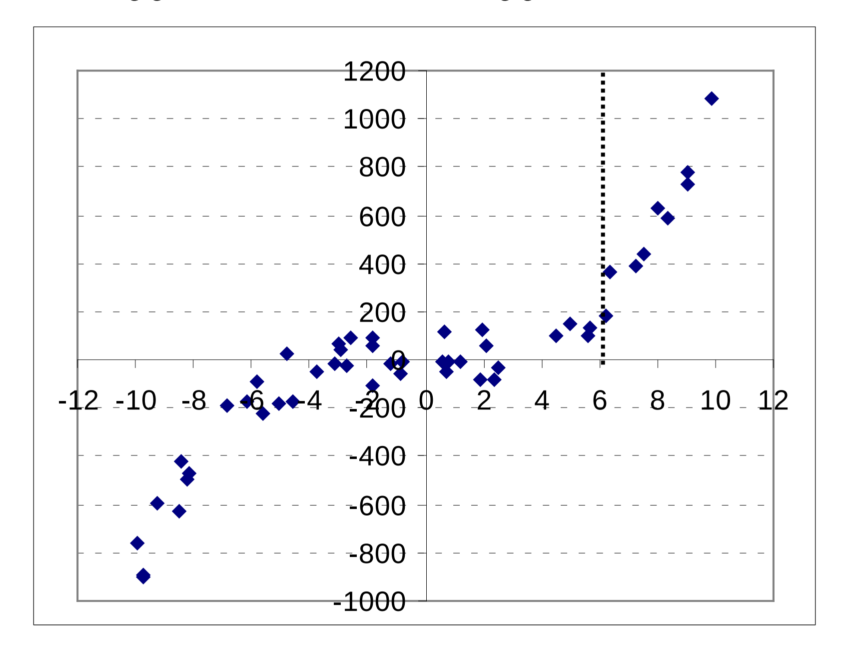
In NeuralTools wird eine andere Methode verwendet, um das Übertrainieren zu verhindern. Das Arbeiten mit den beiden Testsätzen ist oft unrealistisch, da typischerweise nicht genügend Daten vorhanden sind, um diese in einen Trainingssatz und zwei Testsätze aufzuteilen. Auch ist die Erhöhung des Fehlers im „Während des Trainings"-Satz kein zuverlässiger Indikator für das Übertrainieren. Die Erhöhung des Fehlers könnte z. B. nur lokal sein. Das heißt, der Fehler könnte sich u.U. durch weiteres Trainieren weiter verringern. In NeuralTools ist die Funktion **Bestes Netz suchen** am besten dazu geeignet, das Übertrainieren zu verhindern. Wenn die standardmäßigen Einstellungen verwendet werden, benutzt **Bestes Netz suchen** zuerst ein Netz mit zwei Neuronen, das normalerweise zu klein ist, um übertrainiert werden zu können. Mithilfe der Standardeinstellungen können auf diese Weise Netze mit bis zu 6 Neuronen trainiert werden. Falls Netze mit 5 oder 6 Neuronen übermäßig trainiert werden, ist das in den Ergebnissen aus dem Einzeltestsatz zu sehen. Eines der Netze mit 2, 3 oder 4 Neuronen wird den geringsten Testfehler aufweisen.

Verallgemeinerte neuronale Regression (GRM)- und Wahrscheinlichkeits (PN)-Netze

Diese Netzarten basieren auf sich ähnlichen Ideen. GRN-Netze werden für numerische Prognose/Funktionsannäherung verwendet, während PN-Netze für Kategorieprognose/Klassifizierung geeignet sind. Beide diese Netzarten wurden durch Donald Specht erklärt und vorgetragen („Probabilistic Neural Networks“, *Neural Networks*, 3, 1990, Seite 109 – 118; „A General Regression Neural Network“, *IEEE Transactions on Neural Networks*, 2, 1991, Seite 568 – 576). Diese Netze sind detailliert in *Masters (1995)* beschrieben und nachstehend wird ein Überblick über diese Präsentation gegeben. Um zusätzliche Einzelheiten zu erhalten, sollten Sie in diesen Quelldokumentationen nachschlagen.

Verallgemeinerte neuronale Regressionsnetze

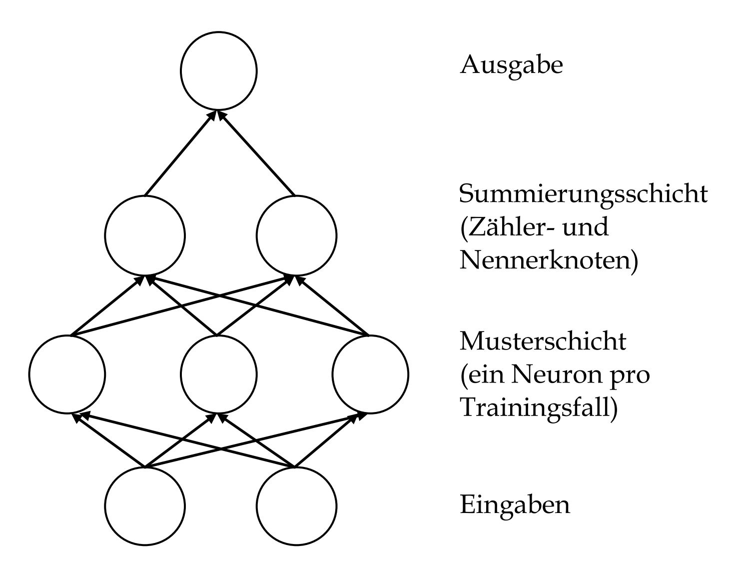
Sie sollten sich beispielsweise den im nachstehenden Diagramm gezeigten Trainingsdatensatz ansehen, der eine numerisch unabhängige und eine numerisch abhängige Variable hat.



Mit bloßem Auge ist in den Daten ein Muster zu erkennen. Wenn wir nach dem unbekannten abhängigen Wert für den unabhängigen Wert 6 gefragt werden, ist ziemlich leicht zu schätzen, dass dieser größer als 200 und kleiner als 400 ist. Diese Schätzung basiert natürlich nicht auf den zwei bekanntesten Fällen, die auf einen Wert kleiner als 200 hindeuten würden. Mit anderen Worten, wir sehen uns hier Fälle an, die außerhalb der bekanntesten liegen. Wir beachten jedoch nicht besonders die Fälle, die unabhängige Werte um -10 herum haben. Je näher ein bekannter Fall an dem bekannten liegt, desto höhere Wertigkeit wird ihm beim Schätzen des unbekannten abhängigen Wertes gegeben. Das verallgemeinerte neuronale Regressionsnetz beruht auf diesen intuitiven Ideen. Die einzelnen Trainingsfälle werden in dem Netz dargestellt. Bei jedem Fall berechnet das Netz den vorausgesagten abhängigen Wert, und zwar unter Verwendung der abhängigen Werte aus jedem Trainingsfall. Bekanntere Trainingsfälle tragen dabei erheblich mehr zum Ausgabewert bei.

GRN-Architektur

Ein verallgemeinertes neuronales Regressionsnetz für zwei numerisch unabhängige Variablen wird wie im Diagramm zu sehen konstruiert (sofern nur drei Trainingsfälle vorhanden sind):



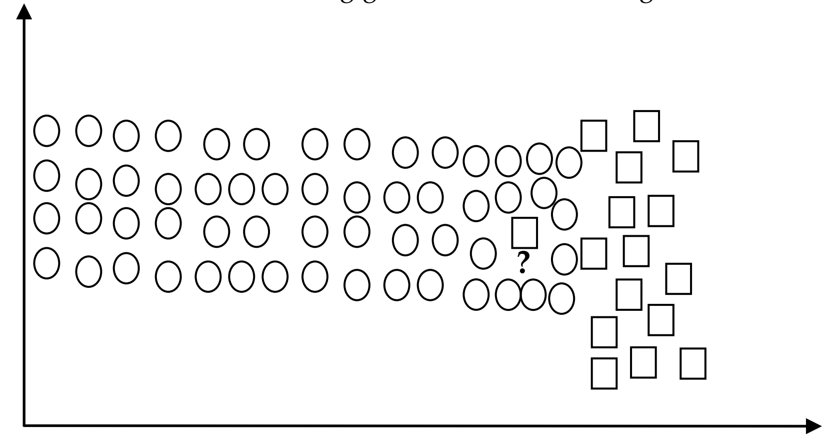
Die Musterschicht enthält einen Knoten pro Trainingsfall. Dem Netz wird hier ein Trainingsfall vorgelegt, indem zwei numerisch unabhängige Werte präsentiert werden. Jedes Neuron in der Musterschicht berechnet dabei seine Distanz vom vorgelegten Fall. Bei den Werten, die an den Zähler- und den Nennerknoten weitergegeben werden, handelt es sich um Funktionen, die mit der Distanz und dem abhängigen Wert zu tun haben. Die beiden Knoten in der Summierungsschicht addieren die Eingaben, während der Ausgabeknoten diese dividiert, um die Prognose zu erstellen.

Durch die Distanzfunktion, die in den Neuronen der Musterschicht berechnet wurde, werden so genannte „Glättungsfaktoren" verwendet. Jede Eingabe hat ihren eigenen „Glättungsfaktorwert". Je höher der Wert des Glättungsfaktors bei einer Einzeleingabe ist, um so wichtiger werden die entfernt befindlichen Trainingsfälle für den vorausgesagten Wert. Bei zwei Eingaben bezieht sich der Glättungsfaktor auf die Distanz entlang der einen Achse einer Ebene oder (allgemein gesehen) bei mehreren Eingaben auf eine Dimension im mehrdimensionalen Raum.

Das Training eines GRN-Netzes besteht aus dem Optimieren der Glättungsfaktoren, um den Fehler im Trainingssatz zu minimieren. Zu diesem Zweck wird die Optimierungsmethode **Konjugiertes-Gradienten-Verfahren** verwendet. Der während des Trainings verwendete Fehlermesswert, um die verschiedenen Sätze von Glättungsfaktoren auszuwerten, ist der **mittlere quadratische Fehler**. Bei Berechnung des mittleren quadratischen Fehlers für einen Trainingsfall, wird dieser jedoch vorübergehend nicht in die Musterschicht mit einbezogen. Durch das nicht mit einbezogene Neuron würde nämlich eine Nulldistanz berechnet werden, wodurch andere Neuronen für die Prognoseberechnung unbedeutend würden.

Neuronale Wahrscheinlichkeitsnetzwerke

In Bezug auf neuronale Wahrscheinlichkeitsnetzwerke sollten Sie sich den folgenden Trainingsdatensatz mit 2 numerisch unabhängigen Variablen und einer anhängigen Variable mit 2 Kategorien ansehen:

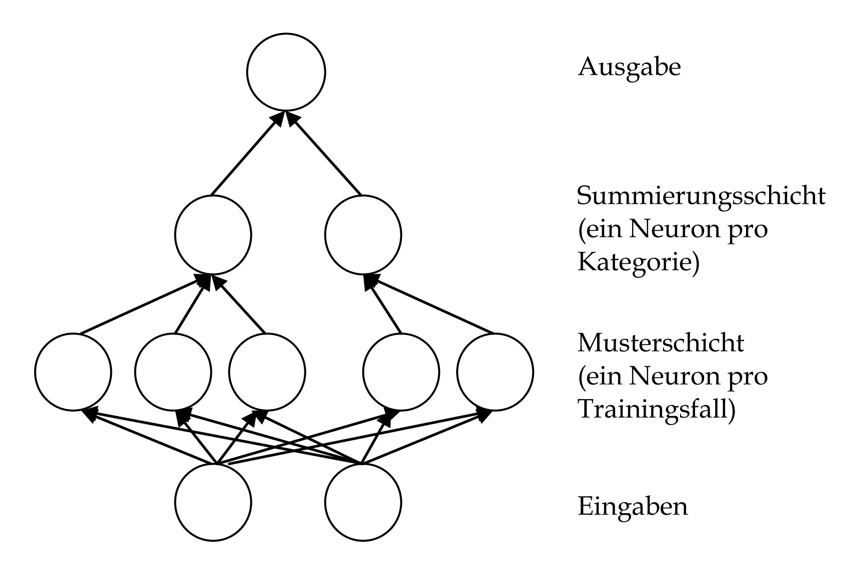


Die Kreise stellen Trainingsfälle in einer Kategorie dar, während die Quadrate solche Fälle kennzeichnen, die zur anderen Kategorie gehören. Es ist unsere Aufgabe, die Kategorie des Falls vorauszusagen, der als Fragezeichen markiert ist. Auf der Hand würde ein Mensch entscheiden, dass der Fall in der Kreiskategorie wahrscheinlicher als in der Quadratkategorie ist. Bei vielen Klassifikationsmethoden ist es jedoch nicht möglich, zu denselben Schlussfolgerungen zu kommen. Methoden, die eine lineare Besonderheit der Kategorien erforderlich machen, würden beispielsweise hier nicht richtig funktionieren. Durch Nächster-Nachbar-Methoden würde der unbekannte Fall der Quadratkategorie zugewiesen werden. Das gleiche würde bei Methoden geschehen, die sich auf Zentraltendenzen konzentrieren, da der unbekannte Fall näher dem Flächenmittelpunkt der Quadratkategorie als dem der Kreiskategorie ist.

Andererseits würde durch ein PN-Netz die richtige Prognose erstellt werden. In diesem Netzt wird die Distanz des neuen Falles zu jedem Trainingsfall in Betracht gezogen und daher den näheren Fällen größere Wertigkeit zugewiesen. Die Wirkung des benachbarten Quadrats wird durch die in nächster Nähe befindlichen Kreise überwogen.

PNN-Architektur

Ein neuronales Wahrscheinlichkeitsnetz ist wie im Diagramm gezeigt strukturiert. Es wird dabei davon ausgegangen, dass zwei numerisch unabhängige Variablen, zwei abhängige Kategorien und fünf Trainingsfälle vorhanden sind (drei davon in einer und zwei in der anderen Kategorie):



Wenn dem Netz ein Fall gegeben wird, berechnet jedes Neuron in der Musterschicht die Distanz zwischen dem durch das Neuron dargestellten Trainingsfall und dem Eingabefall. Der an die Neuronen der Summierungsschicht weitergegebene Wert stellt eine Funktion der Distanz- und Glättungsfaktoren dar. Genau wie bei den GRN-Netzen hat jede Eingabe ihren eigenen Glättungsfaktor. Durch diese Faktoren wird bestimmt, wie schnell die Signifikanz der Trainingsfälle mit zunehmender Distanz abnimmt. In der Summierungsschicht befindet sich ein Neuron pro abhängiger Kategorie. Durch jedes Neuron werden die Ausgabewerte der verschiedenen Neuronen addiert, die den Trainingsfällen in der betreffenden Kategorie entsprechen. Die Ausgabewerte der Summierungsschicht-Neuronen können als Schätzung der Wahrscheinlichkeitsdichtefunktion für jede Klasse ausgelegt werden. Durch das Ausgabeneuron wird die Kategorie mit dem höchsten Wahrscheinlichkeitsdichte-Funktionswert als vorausgesagte Kategorie ausgewählt.

Genau wie bei den GRN-Netzen, besteht das Training eines PN-Netzes aus dem Optimieren der Glättungsfaktoren, um den Fehler im Trainingssatz zu minimieren. Zu diesem Zweck wird die Optimierungsmethode **Konjugiertes-Gradienten-Verfahren** verwendet. Der während des Trainings verwendete Fehlermesswert, um die verschiedenen Sätze von Glättungsfaktoren auszuwerten, wird auf Basis all der Werte berechnet, die in der Summierungsschicht durch Neutronen für sämtliche Trainingsfälle zurückgegeben wurden. Dieser Messwert berücksichtigt nicht nur die Wahrscheinlichkeit, die der richtigen Kategorie zugewiesen wurde, sondern auch die Verteilung von Wahrscheinlichkeiten, die den falschen Kategorien zugewiesen wurden (eine ungefähr gleichförmige Verteilung von Wahrscheinlichkeiten unter falschen Kategorien ist besser als irgendeine falsche Kategorie mit einer sehr großen Wahrscheinlichkeit). Es ist jedoch zu beachten, dass bei Berechnung des Fehlers für einen Trainingsfall, dieser Fall vorübergehend nicht in die Musterschicht mit einbezogen wird. Durch das nicht mit einbezogene Neuron würde nämlich eine Nulldistanz berechnet werden, wodurch andere Neuronen für die Berechnung unbedeutend sein würden.

MLF-Netze gegenüber PN/GRN-Netzen

Alle in NeuralTools verfügbaren neuronalen Netzwerktypen haben gewisse Vorteile und Nachteile, wie nachstehend beschrieben ist:

Vorteile von GRM/PN-Netzen:

- können schnell trainiert werden
- benötigen keine Topologieangaben (z. B. keine Angaben über Anzahl der ausgeblendeten Schichten und Knoten)
- PN-Netze sorgen nicht nur für Klassifikation, sondern geben auch die Wahrscheinlichkeiten zurück, dass der Fall in verschiedene mögliche abhängige Kategorien fallen wird

Vorteile von MLF-Netzen:

- kleinere Größe und daher schneller bei den Prognosen
- zuverlässiger außerhalb des Bereichs von Trainingsdaten (z. B. wenn in den Trainingsdaten der Wert irgendeiner unabhängigen Variable außerhalb des Wertbereichs für diese Variable fällt); die Prognose außerhalb des Trainingsdatenbereichs ist bei Verwendung von MLF-Netzen aber trotzdem recht riskant
- Fähigkeit, aus sehr kleinen Trainingssätzen zu verallgemeinern

Eingabetransformation

Vor dem Training werden die numerischen Variablen durch NeuralTools entsprechend skaliert, sodass sich die Werte für jede Variable ungefähr im gleichen Bereich befinden. Dadurch wird die Auswirkung ausgeglichen, die Variablen während der anfänglichen Trainingsstufen auf die Netzausgabe haben. Wenn eine Variable nicht besonders wichtig zum Vorhersagen der richtigen Prognosen ist, wird dieses während des Trainings dadurch angezeigt, dass die Bewertungsfaktoren der Verbindungen reduziert werden, die von einer Eingabe zu den Neuronen der zuerst ausgeblendeten Schicht führen. Wenn diese unbedeutende Variable jedoch einer größeren Größenordnung angehört als andere Variablen, müssen die Bewertungsfaktoren entsprechend stärker reduziert werden, um die höheren Werte auszugleichen.

Beim Skalieren wird der im Trainingssatz berechnete Mittelwert und die entsprechende Standardabweichung für die einzelnen Variablen verwendet. Der Mittelwert wird von jedem Wert abgezogen und das Ergebnis dann durch die Standardabweichung dividiert. Die gleichen Skalierparameter werden auch beim Testen des trainierten Netzes oder bei den Prognosen verwendet.

Symbolische Kategoriedaten können nicht direkt im neuronalen Netz verwendet werden, da im Netz als Eingaben zur Zahlen benutzt werden können. Dementsprechend wird jede kategorieunabhängige Variable durch eine Anzahl von numerischen Netzeingaben dargestellt, und zwar je eine Eingabe für alle möglichen Kategorien. Dabei wird eine Konvertierungsmethode verwendet, Die z. B. durch folgenden Satz von Trainingsfällen erklärt werden kann:

Alter	Staat	Darlehensbetrag	Abhängig: Darlehens-rückzahlung
41	NY	4000	pünktlich
32	CT	7000	mit Verzug
54	NJ	6000	pünktlich
37	NY	5000	Standardwert

Diese Trainingsfälle werden im Netz folgendermaßen dargestellt:

Alter	Staat= CT	Staat= NJ	Staat= NY	Darlehens-betrag	Abhängig: Darlehens-rückzahlung
41	0	0	1	4000	pünktlich
32	1	0	0	7000	mit Verzug
54	0	1	0	6000	pünktlich
37	0	0	1	5000	Standardwert

Empfohlene Lektüre

Durch folgende Lektüre können Sie Hintergrundsinformationen über die in NeuralTools verwendeten neuronalen Netzwerke erhalten:

Bishop, Christopher M., *Neural Networks for Pattern Recognition*, Oxford, 1995.

Masters, Timothy, *Advanced Algorithms for Neural Networks*, Wiley, 1995.

Reed, Russell D., Robert J. Marks, *Neural Smithing*, MIT, 1999.

Index

S

T

V